

de lo **digital**
en **arquitectura**

COMUNICACIÓN VISUAL EN ARQUITECTURA Y DISEÑO
TESIS DOCTORAL REALIZADA POR UNDERLÉA BRUSCATO PORTELLA
DEGA I. ETSAB / UPC DIRECTOR: JUAN PUEBLA PONS

Reconocimientos

La autora expresa sus agradecimientos al profesor Dr. Juan Puebla Pons por la intensa orientación y estímulo al desarrollar este trabajo.

A UNISINOS y CAPES/MEC/BR por confiar en este proyecto.

A toda mi familia por su presencia constante, paciencia y amor.

Al equipo directivo de ETSAB por las facilidades ofrecidas y, especialmente, a los profesores y personal del departamento de Expresión Gráfica EGAI.

A los compañeros y alumnos, con los que he aprendido, y a todas las personas, mis queridos amigos inseparables, comunidad académica y científica, que participaron y pasaron por mi vida en estos años de mucho aprendizaje, les dedico mi admiración, cariño y energía.

Barcelona... inspira

05/2006

***A mis ángeles protectores Grazielle y
Guilherme, queridos hijos que me enseñan a
crecer en este mundo real.***

Mamãe

ÍNDICE

Resumen
Abstract

PARTE I

1. Presentación y marco conceptual	02
1.1. Introducción	03
1.2. Contexto y premisas	06
1.3. Objetivos de la investigación	14
1.4. Procedimiento metodológico	16
1.5. Estructura de la investigación	18
1.6. Consideraciones sobre la arquitectura digital	22

PARTE II

2. Volúmenes pixelados	41
2.1. Las texturas de la naturaleza	44
2.2. Las superficies de la forma	46
2.3. El despliegue espacial del píxel	53
3. El collage de las nuevas geometrías	60
3.1. Luz y cromatismo	63
3.2. Imágenes Proyectadas	70
4. Forma y Abstracción	77
4.1. Procesos combinados	78
4.2. Deslizamiento del volumen	82
4.3. La Disgregación	91
5. Masas ondulantes	100
5.1. Intermediaciones	101
5.2. Visión Integrada del proceso de diseño	106
5.3. Fabricación Digital	112
5.4. Música Congelada	116

6. Procesos de fluidez	124
6.1. El proceso como material constructivo	126
6.2. Diagramas	129
6.3. Topografías de la complejidad	134
6.4. Filogénesis como ideación genética del proyecto	152
7. La Arquitectura Informacional	161
7.1. Experimentar la arquitectura	163
7.2. Renovación de la arquitectura	165
7.3. La oficina en la era de la información	192
7.4. Vanguardias tecnológicas	198
8. La forma animada	204
8.1. Despertar el movimiento	205
8.2. Arquitectura corporal	207
8.3. Movimiento de superficies	226
8.4. Las fuerzas de animación	231

PARTE III

Conclusiones	236
Conclusiones específicas	237
Conclusiones generales	249
Consideraciones para futuras investigaciones	251
Glosario de términos técnicos utilizados	252
Referencias bibliográficas	269
Índice de ilustraciones	278

RESUMEN

La arquitectura digital es un fenómeno reciente, que ha sido poco tratado en relación con las implicaciones de su representación gráfica. Para poder formular una reflexión sobre la incidencia diversa de lo digital en arquitectura y alcanzar los principales objetivos de la investigación, a lo largo de esta tesis se muestran distintos niveles con respecto a la utilización de los nuevos medios digitales, junto con un análisis de la producción arquitectónica actual, a través de distintos proyectos, especialmente en lo que se refiere al proceso y presentación, aparte de su uso en los dibujos de proyectos descriptivos o de ejecución.

A partir del momento en que los proyectos son desarrollados con apoyo digital, aparece un universo de nuevas posibilidades formales. Los cambios que ocurren actualmente con esta amplia gama de herramientas y experimentos se reflejan no solo en la representación sino en las formas de diseño y producción. Es ahora que podemos atender a lo novedoso de las formas generadas y asistir a la reorganización de los procesos de trabajo en los estudios y ver, también, como la incorporación de estas nuevas tecnologías ha mantenido como uno de los ejes centrales de su operar, la posibilidad de dialogar con los procesos más tradicionales.

Para ampliar el campo de sus posibilidades, se tratan de señalar aspectos relevantes como nuevos conceptos, procesos y medios a partir del análisis de los estudios de arquitectos y proyectos concretos; buscando facilitar una visión de conjunto, con suficiente perspectiva, y permitiendo pensar el conjunto de propuestas analizadas como aquellos casos más paradigmáticos de una transformación global en la representación arquitectónica.

El objetivo es observar el fenómeno que vivimos hoy con los cambios o avances en el diseño y renovación de la arquitectura, un recorrido por lo digital en arquitectura, apreciando esta evolución a través de casos concretos estudiados.

En términos del marco temporal, se pretende centrar el estudio en la arquitectura contemporánea. En cuanto a la determinación de los objetos de estudio, la tesis enfoca algunos de los proyectos más importantes concebidos por estudios como los de Herzog & de Meuron, Jean Nouvel, Dominique Perrault y Frank Gehry, conformando un primer grupo dentro de los primeros capítulos de la tesis, conduciendo a una reflexión donde los medios digitales son utilizados desde un punto de vista representacional. En un segundo grupo de estudios analizados, en los últimos capítulos de la tesis, conformados por Alejandro Zaera-Polo y Farshid Moussavi (Foreign Office Architects), NOX / Lars Spuybroek y Greg Lynn, se observa el proceso a partir de la combinatoria formal basada en algoritmos computacionales, conceptos arquitectónicos más experimentales, principalmente la animación, donde la implicación de los medios digitales han otorgado nuevas posibilidades en la definición del espacio arquitectónico, especialmente en diseño tridimensional de los proyectos, como también en la configuración de entornos virtuales. Aprovechando especialmente que la mayor parte de estos estudios han desarrollado proyectos

recientes en Barcelona, lo que ha permitido visitarlos y efectuar una revisión de primera mano de sus procesos de trabajo y una recopilación exhaustiva de antecedentes gráficos. Además de intentar una conceptualización de sus aportaciones que han revelado diversas condiciones similares.

El método que se utiliza en esta tesis pretende acercarse a estos objetos arquitectónicos, intentando observar sus conceptos e ideas al introducir el campo de lo digital en arquitectura. Esta indagación ha revelado una polaridad de posiciones en los despachos y proyectos estudiados, influenciado por la magnitud de los estudios y obras involucradas, así como el margen generacional y trayectoria de los arquitectos, pero confluyendo en una exploración arquitectónica de formas y conceptos vinculados a lo digital. En particular en volúmenes orgánicos, en procesos de trabajo integrados y diversos, en una relación con los medios tradicionales, como también una extensión en el uso de tecnologías desde la ideación hasta la fabricación, y finalmente en la incidencia pública de estos proyectos a través de la expresión gráfica. De este modo, la tesis busca un camino hacia nuevas posibilidades de representar la arquitectura, contribuyendo a la formación de nuevas líneas de investigación, como disciplina.

ABSTRACT

Digital architecture is a recent phenomena scarce studied in relation to the influence of its graphic representation. In order to develop a critical thought about diverse incidence of digital in architecture like main objective of this research. The different levels of use of the digital media are presented and the analysis of current architectural production. Through several projects, in particular about process and presentation, besides its use in descriptive or construction drawings.

When design projects are developed with digital support, it reveals an universe of new formal possibilities. The changes happened currently with this wide scope of tools and experiments could be observed not only in representation, but in the design shapes and production. Now we can study the novelty of created forms and attend the reorganization of work processes in the firms. The possibilities are to appreciate that new technology incorporation try to keep like proprietary the possibility of communication with traditional process.

In order to open the field of possibilities it's necessary to focuses the relevant subjects as new concepts, processes and tools based on analysis of architectural firms and specific projects; trying to get easier view with enough perspective, allowing thinking the set of proposals analyzed as more paradigmatic cases of a global transformation in architectural representation.

The aim is to observe the phenomena lived today with the changes and advancements in the design and renovation of architecture; a tour by the digital in architecture looking this evolution through specific cases studied.

The temporal framework pretends focus the study in the contemporary architecture. About the object of research, this thesis reviews most important projects of firms Herzog & de Meuron, Jean Nouvel, Dominique Perrault and Frank Ghery like a first group meeting a reflection where digital media are use according representation. In a second study group Alejandro Zaera-Polo and Farshid Moussavi (Foreign Office Architects), NOX / Lars Spuybroek and Greg Lynn showing a process with formal combinations based on computer algorithms, animation and more experimental architectural concepts. Implication of digital media in this group has give new possibilities in the definition of architectural space, in particular three-dimensional design of projects, like configuration of virtual environments.

Taking advantage that most of these firms have developed recent projects in Barcelona, allowing Visit then and make a visits and first hand review of its work processes and exhaustive collect of graphic documentation. Besides to try a conceptualization of theirs contribution that shows similar conditions.

The method used in this thesis pretends get close to these architectural objects, trying to observe their concepts and ideas in the introduction of digital media in architecture. That research reveals a polarity of positions in the firms and projects

studied, according size of the firms and building involved, and age and trajectory of the architects, but with agreement in an architectural exploration of shapes and concepts related to digital. In particular, through organic volumes, integrated and diverse work processes, in relationship to traditional media, and besides an extension of technological use from conception to making and at finally in the public incidence of these projects through graphic expression. In this way, this thesis searches a path to new possibilities of architectural representation, with a contribution in the development of new research lines in the discipline.

PARTE I

1 - Presentación y marco conceptual

1.1 Introducción

En las últimas décadas las tecnologías de la información han extendido su presencia a casi todos los ámbitos de nuestra existencia. La incorporación de lo digital ha transformado nuestros hábitos, ya sea en lo cotidiano o en lo laboral. En los procesos de creación, producción y comunicación esta transformación ha sido especialmente relevante. El marco de lo posible se ha visto ampliado en tan alto grado que nuestro imaginario se ha incrementado sustancialmente. En el caso concreto de la arquitectura, la incorporación de la informática no se ha limitado a ser un simple relevo de herramientas, una renovación del viejo instrumental, sino que ha generado lo que hoy ya muchos llaman la *revolución digital*. En efecto, más allá de las evidentes ventajas que ofrecen los sistemas digitales en relación a los viejos usos — más potencia, mayor precisión y capacidad y una reversibilidad de los procesos que dinamiza y agiliza el trabajo — se ha generado un nuevo universo formal que antes, por su complejidad, hubiera sido inconcebible.

Desde que a finales de los años sesenta se empezaron a desarrollar los primeros sistemas gráficos computarizados (los sistemas CAD), éstos han sido utilizados para la práctica proyectual de la arquitectura, ampliado progresivamente su gama de posibilidades, y también los modos de dialogar con otros mecanismos tecnológicos. En este proceso de constante perfeccionamiento, también han mejorado sustancialmente, los elementos de relación y yuxtaposición con los medios físicos tradicionales. En este sentido, los límites entre lo digital y lo analógico han ido desvaneciéndose y han permitido una mayor fluidez entre las dos lógicas. Contra la reserva inicial que en lo digital fuera implícita la desaparición del trabajo en maqueta o el dibujo manual, se ha visto después que lo digital establece toda suerte de relaciones con lo analógico. No solamente no compromete las prácticas manuales vinculadas al proyecto (dibujo y maqueta), sino que además la potencia al permitir que éstas aumenten su capacidad y complejidad representativa.

Ahora parece haber culminado el debate sobre la representación digital en arquitectura aceptando dibujar los planos por ordenador al final del proyecto, pero reservando la ideación inicial a los bosquejos manuales y maquetas de trabajo. Sin embargo varios arquitectos contemporáneos están demostrando que se pueden concebir obras singulares y relevantes a través de modelos digitales. Estos modelos digitales asumen distintos papeles en el proceso, algunos similares a los medios tradicionales, pero también abren nuevas vías de concepción y expresión arquitectónica.

La temática sugiere diferentes perspectivas James Stelle¹ advierte especialmente la carencia de estudio profundos y consistentes que revisen las inquietudes acerca de la "arquitectura digital", y analicen las consecuencias en los espacios físicos concebidos a través del uso de las recientes tecnologías digitales, defendiendo la necesidad de un gran debate en torno al tema, semejante al que acompañó la "revolución industrial" y que está en la base conceptual de la arquitectura del siglo XX.

Algunos teóricos han denominado *arquitectura digital* a un nuevo modo de entender la obra y sus procesos, que ha surgido claramente vinculado a la revolución tecnológica de la información. Su característica más evidente es la progresiva incorporación de herramientas digitales en la práctica arquitectónica. Una de las consecuencias más decisivas de estas nuevas tecnologías se produce en el diseño, representación, modelación y, sobre todo, visualización del proyecto. Si bien es cierto eso significa agilizar el trabajo del arquitecto —mayor poder de verificación desde el proyecto mismo—, el cliente también ve ampliada su participación en el complejo proceso de diseño. La búsqueda de una respuesta arquitectónica adecuada a los requerimientos funcionales y programáticos, también culturales, se convierte para ambos, autor y cliente, en un proceso con mayor transparencia y amplía por tanto las

¹ Steele, James, *Arquitectura y revolución digital*. Barcelona, GG, 2001.

<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha075.asp>

posibilidades de comunicación entre ambos.

De este modo lo digital se ha convertido en uno de los ámbitos para responder a la re configuración de los esquemas mentales desde los cuales proyectamos. Éste quizás es el principal motivo por el cual podemos juzgar de revolución tecnológica la incorporación de lo digital. Frente al creciente grado de complejidad del mundo que nos rodea, es evidente que también nuestra respuesta como arquitectos no tiene otra opción que asumir la creciente complejidad, con la posibilidad de reflejar los procesos de investigación, concepción, proyecto y construcción que la configuran.

El análisis de las nuevas tecnologías en el proceso de diseño, representación y visualización de la arquitectura forma parte de una investigación pendiente porque la mayoría de los trabajos en este campo se han dedicado a las novedades instrumentales antes que sus aplicaciones. Por esta razón el objetivo de esta tesis es indicar de qué modo y con que relevancia se inscribe lo digital en la práctica del arquitecto contemporáneo. Indicar el peso de lo digital más allá de la construcción gráfica o del discurso exclusivamente conceptual, sino en la materia del proyecto. Es en esta dirección en la que quiere orientarse el presente trabajo.

1.2 Contexto y premisas

En los últimos años hemos visto como la aparición de una arquitectura digital se ha convertido en un fenómeno mediático. Los beneficios editoriales de campañas de marketing en este tema son evidentes, y eso, en cierto modo, ha contribuido a entender el fenómeno como algo superficial y pasajero. En la práctica real y más allá de los éxitos de ventas comerciales, el uso de lo digital se produce de distintos modos. Desde el pragmatismo que encuentra en lo digital una mayor eficacia, hasta el uso más experimental llevado a cabo por posicionamientos utópicos o conceptuales, el abanico de posibilidades es enorme. En este contexto, uno de los propósitos de la presente investigación es identificar y apuntar los fundamentos y manifestaciones que van aparejados a la arquitectura en la era de lo digital.

Es por eso que la investigación se estructura a partir del análisis de la producción arquitectónica, fundamentalmente a nivel proyectual, para reflexionar a partir de ahí sobre la incidencia y las aportaciones de las nuevas tecnologías en la arquitectura contemporánea. La elección, tanto de los arquitectos como del contexto en que se lleva a cabo la investigación, viene marcada por varios aspectos.

En primer lugar, para decidir qué arquitectos debían ser analizados ha sido importante discernir aquellos que solamente utilizan lo digital, de los que convierten el uso de lo digital en una práctica paradigmática, ya sea por una evidente formalización arquitectónica vinculada a lo digital, ya sea por el uso ejemplar, incluso propagandístico, que se hace de ello. Podríamos decir que se trata de estudios de arquitectura que se interesan por la virtualidad del proyecto, y que la entienden como parte indisociable de su propuesta. Forma parte del interés de la investigación fijarse en los aspectos más representativos, aquellos que muestran tanto el proceso como el resultado al aplicar las nuevas tecnologías a la representación arquitectónica.

En este campo de posibilidades se ha buscado una muestra internacional, representativa de la actual cultura global, en la que destacan autores europeos y norteamericanos por su desarrollo tecnológico y atención de los medios.

Seleccionando los arquitectos frecuentemente mencionados en las revistas más reconocidas, que han tenido una amplia repercusión por sus obras y métodos de diseño, recibiendo distinciones e invitaciones. Eligiendo los últimos proyectos porque recogen una experiencia acumulada y enfrentan los temas y medios gráficos más recientes. Esta selección posee además una relevante implicación pedagógica; los casos publicados son referencias persistentes en todas las escuelas alrededor del mundo y por ende, comprender sus procesos contribuye a la enseñanza. Sin embargo esto no implica asumir los proyectos o despachos presentados como buenos ejemplos de arquitectura, sino básicamente como un material de estudio de la arquitectura contemporánea

Es desde este proceso digital de la arquitectura, que vuelve a prestarse un particular interés al valor de la forma en sí. En cierto modo, esto supone una inflexión importante y, hasta cierto punto, una revolución de las formas plásticas que ha introducido en el panorama actual un nuevo repertorio de curvas y deformaciones. Tal como afirma Dennis Dollens, estas formas: *«han vuelto a entrar por la puerta grande en la arquitectura contemporánea y son revoluciones no declaradas fruto de una voluntad tenaz, conseguidas gracias a la electrónica y a la capacidad de trabajar globalmente»*².

Otro aspecto a tener en cuenta es cuáles son los resultados reales de un trabajo hecho desde esta virtualidad —o nueva realidad— que las tecnologías digitales permiten. Ver los edificios, sean construidos, sean en proyecto, como una realidad material. Más allá de las propuestas en fase de proyecto, una de las premisas iniciales ha sido poder traspasar el ámbito de lo proyectual y mostrar la traducción de la incorporación de las herramientas y los conceptos digitales en la realidad arquitectónica, física y palpable.

² Dennis Dollens, *De lo digital a lo analógico*. Barcelona, GG, 2002. pag. 33.

Muchas publicaciones arquitectónicas (como “ARQUITECTURA VIVA”, “PASAJES”, “ON DISEÑO”, “EL CROQUIS”, etc.) presentan y agrupan estudios de arquitectura a partir del interés por las posibilidades concretas de lo digital. Estudios de arquitectura como los de Herzog & De Meuron, Jean Nouvel, o Dominique Perrault, entre otros, en la misma línea de trabajo experimental de arquitectos como Frank Gehry, Greg Lynn o Nox, desarrollan, como afirma Hans Ibelings, aspectos diferentes de un mismo fenómeno arquitectónico³. Varían las sensibilidades, pero no el centro de sus preocupaciones.

La elección de algunos de los arquitectos que van a tratarse también ha estado marcada por la posibilidad de acceder a sus estudios y revisar material de primera mano. La celebración del Forum Universal de las Culturas Barcelona 2004, ha implicado la participación de importantes despachos internacionales y la aparición de delegaciones de algunas de las firmas más importantes del panorama internacional. Esta coyuntura ha facilitado conocer de cerca el trabajo diario en los estudios - fundamental y difícil de obtener a través de los libros-; poder entrevistar a sus representantes y observar las tareas cotidianas del diseño y la evolución del proyecto. Así, coincidieron en Barcelona al mismo tiempo, los estudios de FOA (con el Parque de los Auditorios), de Herzog & de Meuron (con el Edificio Forum), de Dominique Perrault (con el Hotel Diagonal) y el de Jean Nouvel (con la Torre Agbar), entre otros muchos arquitectos de prestigio que trabajaron en la gran transformación urbana alrededor de la desembocadura del río Besós.

Son arquitectos de diferentes nacionalidades, con distintos posicionamientos y con distinta formación. Todos tienen una probada experiencia profesional y reconocimiento público por sus trabajos innovadores, como afirma Hans Ibelings, a propósitos de ellos: *«Las chocantes similitudes sugieren que estos arquitectos demuestran una sensibilidad que se manifiesta no solamente en la transparencia y*

³ Ibelings, Hans: *Supermodernismo. Arquitectura en la era de la globalización*. Barcelona, GG, 1998, pag. 62.

ligereza de las suaves fachadas, sino también por su interés en lo neutral, indefinido, implícito, cualidades que no se limitan a la sustancia arquitectónica y que hallan también una poderosa expresión en una nueva sensibilidad espacial»⁴.

En estudios de arquitectos como NOX o Perrault, por citar dos ejemplos, la transparencia y ligereza de las fachadas comprometen la propia materialidad de la arquitectura. La fluidez de las formas sugiere una piel maleable que es producto de los recursos tecnológicos, de la necesidad de confort, de los distintos condicionantes culturales y de la sofisticación de la representación. Se avanza una nueva sensibilidad o expresión espacial, quizá *neutral*, todavía germinal, indefinida.

Este nuevo imaginario recupera además algunos de los motivos visuales más emblemáticos del racionalismo moderno. Las referencias al maquinismo — *la emoción de las máquinas*— son evidentes en gran parte de estos proyectos. Y en esta recuperación podemos leer la reivindicación de un espacio de lo utópico, de la arquitectura como campo de conocimiento y propuesta, más allá de su obligado e innegable valor funcional.

También es común encontrar en algunos de ellos la voluntad de cruzar las fronteras de lo disciplinar: el trabajo con el diseño de moda, de mobiliario, la acción urbana, la instalación, etc. No les preocupa que se tilde su trabajo de poco arquitectónico. Se trata, para ellos, de ensanchar el imaginario teórico, de materializar en la realidad construida los procesos de investigación. De algún modo, la forma arquitectónica contiene y reivindica el propio trabajo, el proceso proyectual como un valor en sí.

⁴ Ibídem: *op. cit.* pag. 62.

Estas investigaciones de una realidad que tanto atañe a lo físico como a lo virtual producen cambios espaciales lo suficientemente identificables como para convertirse en un rasgo crucial de estas arquitecturas recientes. Lo que un edificio puede llegar a comunicar, más allá de su mera existencia, es una pregunta para la que no existe una sola respuesta.

En relación a los proyectos seleccionados como objeto de análisis, esta investigación tiene muy presente, desde su origen, tanto el contexto histórico (el momento preciso en que se lleva a cabo) como el contexto geográfico (aprovechar las potencialidades del lugar en que se realiza). Se trata también de que este análisis apunte las implicaciones más relevantes de lo digital en arquitectura y lo haga, más allá de la fascinación inicial que pueden provocar unas formas, de manera crítica y, en lo posible, sistemática. Para un acercamiento crítico, es necesario esperar a que esta arquitectura de lo digital acumule su *propia historia*, por breve que sea. En este sentido, es por eso que creemos estar en el momento para proceder a un análisis. En efecto, la arquitectura de lo digital ya es una realidad desde hace algunos decenios. Es ahora que podemos empezar a analizar y confrontar lo prometido con las formas arquitectónicas y su materialización constructiva. Es ahora que podemos revisar lo novedoso de las formas generadas, estudiar a la reorganización de los procesos de trabajo y analizar también como la incorporación de estas nuevas tecnologías ha tenido como uno de los ejes centrales de su operar, la posibilidad de dialogar con los procesos más tradicionales: cómo lo digital, entre otras cosas, se ha relacionado con lo analógico, sin negarlo ni excluirlo de los nuevos procesos, sino ampliando el campo de sus posibilidades.

En cuanto al contexto geográfico de la investigación, se ha buscado destacar la importancia de poder hacer un trabajo de campo en el lugar. Esto ha permitido seguir el proceso constructivo de algunos de los proyectos que se han realizado en Barcelona, desde la óptica de la autora de la investigación, vinculada a otra geografía concreta: el contexto brasileño.

El acceso a los estudios, el asistir de cerca a sus procesos y modos de trabajo, es una de las aportaciones principales de la tesis. Especialmente cuando el fenómeno de lo digital, todavía hoy, inspira recelo por el exceso de información generada desde lo mediático. A diferencia de las *publicaciones de moda*, que a menudo presentan imágenes de arquitectura como un recetario de las últimas tendencias, conocer de cerca los procesos en que estas formas son generadas, permite revisar esta realidad de una manera mucho más completa y, por tanto, crítica. Asistir a las transformaciones que sufre un proyecto en el curso de su adaptación a un contexto local concreto, presenciar los nuevos modos de trabajo en redes de oficinas que en ocasiones están separadas por miles de kilómetros, puede ayudar a comprender esta arquitectura y encajarla en un contexto teórico adecuado, más allá de la ingenuidad ante formas atractivas.

Investigar las consecuencias prácticas y teóricas de la incorporación de nuevas tecnologías es, más allá de informar sobre el software y el hardware que usan los estudios, poder revisar el proceso y el modo en que estas tecnologías se relacionan con las situaciones específicas del mundo material. Ver como una idea se transforma en realidad, pasando y aprovechando la específica potencialidad de lo digital.

Por último, no está de más insistir en que de todos los aspectos que conforman el proyecto arquitectónico, quizá es su representación gráfica lo que se ha visto más transformado con la incorporación de la tecnología digital. En este sentido, para un departamento de expresión gráfica es intrínsecamente un tema de interés el preguntarse por estos avances. Se entiende que la representación gráfica de la arquitectura, al igual que otras manifestaciones artísticas, evoluciona de acuerdo con los cambios culturales que nuestra sociedad experimenta. Es fundamental entender que *«los sistemas de representación, utilizados al servicio de unos fines, se encuentran restringidos a las técnicas y recursos conocidos y dominados en esta época»*.⁵

⁵ Según Montes, Carlos M., *Representación y Análisis Formal* – 1992, pag.147

En la actualidad, las transformaciones son rápidas pero profundas. Comprender el papel del dibujo a lo largo de la historia nos puede permitir valorizarlo. A fin de cuentas el dibujo es un recurso que tanto sirve a la creación como a la comunicación, que tanto puede utilizarse para imaginar como para transmitir la arquitectura. Por tanto, cabe reflexionar sobre la temática del proceso de diseño arquitectónico vinculado a sus representaciones gráficas. Determinar cómo influyen las nuevas técnicas infográficas en las diferentes fases de creación; y ver también de que modo inciden en su representación. Quizá por existir una larga tradición e historia de los modos de representación en arquitectura, este trabajo no puede desviar la mirada de como los nuevos métodos se sirven y sirven a los antiguos. Apuntar como los nuevos medios digitales convive y cooperan con los medios analógicos.

En Barcelona, en el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica I de la ETSAB hay, entre otras, una línea de investigación que trata sobre la relación entre arquitectura, proyecto y representación, y que ha dado lugar a cursos, seminarios y conferencias en Brasil, además de publicaciones que tratan sobre las aportaciones innovadoras en la expresión gráfica y modelística del proyecto contemporáneo -- «*Neovanguardias y representación arquitectónica. La expresión innovadora del proyecto contemporáneo*» y «*La plástica del espacio*». En todos estos trabajos se relaciona el estilo gráfico, los modos de representación, con los contenidos arquitectónicos contemporáneos. Toda esta serie de trabajos desarrollados en estas publicaciones son una clara referencia conceptual para la presente tesis, que se inscribe en la línea de investigación UPC titulada “La expresión del proyecto de arquitectura. Análisis y evolución” ⁶.

⁶ Su responsable es Juan Puebla Pons, autor además de las publicaciones reseñadas como: “Neovanguardias y representación arquitectónica. La expresión innovadora del proyecto contemporáneo”, Ediciones UPC, ETSAB. Barcelona, 2002. “La Plástica del espacio”, Ediciones ETSAB, Barcelona, 2003.

Otro lugar donde se produce un interesante intercambio de ideas, experiencias, teorías de los procesos generativos y aportaciones a la enseñanza de forma innovadora, es en la Universidad Politécnica de Milán donde, desarrollando un interesante trabajo experimental, se organiza un debate anual a través de las conferencias Generative ART⁷. Por otro lado, encontramos otras experiencias en el ámbito internacional como SIGraDI⁸ en Latinoamérica. Aquí confluyen cada año las últimas aplicaciones y posibilidades de las tecnologías gráficas, debatiendo y reflexionando sobre ellas a través de exponer distintos experimentos o metodologías. Organizaciones similares comparten en Europa los mismos intereses desde diversos aspectos y enfoques: eCAADe – (Educación and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe), Norteamérica ACADIA – (Association for Computer Aided Design in Architecture) y Asia/Oceanía CAADRIA – (CAAD Research in Asia).

Existe actualmente una amplia gama de intereses en la investigación hacia la búsqueda de nuevos paradigmas disciplinares. A esto se añade mi experiencia personal como profesora en asignaturas de Informática aplicada a la arquitectura, en un departamento de expresión gráfica⁹. Trabajar en esta área del conocimiento me interesa básicamente porque es una manera de intentar establecer un marco metodológico conceptual que permita profundizar la utilización de las nuevas tecnologías de representación en estrecha relación con la arquitectura. Estudiar las nuevas posibilidades de modelación tridimensional y explorar nuevas posibilidades virtuales en arquitectura, es un tema actual que abre oportunidades y nuevas líneas de investigación.

⁷ www.generativeart.it

⁸ www.sigradi.org

⁹ Actividad como docente en el Departamento de Expresión Gráfica de la UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos/Rio Grande do Sul - Brasil. Asignaturas: Arquitetura e Computação Gráfica I –Expressão Gráfica I –Introdução Arquitetura e Urbanismo I, Coordenação do Trabalho de conclusão, ver UNISINOS - www.unisinos.br

1.3 Objetivos de la investigación

La presente investigación parte de la premisa de que la incorporación de las herramientas digitales implica una renovación en los procesos de concepción, diseño y representación de la arquitectura. De este modo, el conjunto de transformaciones que las nuevas tecnologías suponen para la arquitectura contemporánea se entiende aquí como un factor clave. Que siendo inevitable, se debe abordar. Tratando de desvelar su complejidad, descubrir la riqueza de matices que conlleva, y rastrear los modos que tiene de confrontarse con la realidad constructiva.

Se entiende entonces el marco de la tesis como un territorio sobre el que trabajar. Se plantea la investigación como una cartografía, es decir, como un recorrido sobre el territorio desde el cual se procede al análisis para trazar las líneas maestras de un mapa en el que podamos leer las implicaciones de lo digital en la arquitectura contemporánea. Esto significa que, por un lado, se tratará de señalar los aspectos relevantes (nuevos *conceptos*, *procesos* y *medios* a partir del análisis de arquitectos y proyectos concretos); y por otro se buscará facilitar una visión de conjunto que permita observar el fenómeno con la suficiente perspectiva, y permita pensar el conjunto de propuestas analizadas como aquellos casos más paradigmáticos de una transformación global.

La frase de Alejandro Zaera, según la cual “[hacer mapas es] *la única manera de llegar a actuar sobre un territorio*”, nos permite pensar que la exploración de lo digital en arquitectura, puede localizar los lugares y las acciones más significativas y, también, indicar los modos en que éstos se relacionan entre sí, es precisamente la mejor manera de intervenir activamente sobre este territorio digital. La mejor manera de generar nuevas formas y nuevo códigos de conducta. A fin de cuentas, se trata de ser, dentro de lo posible, conscientes del potencial que tenemos entre manos y asumir el reto que nos plantea la arquitectura de nuestro tiempo.

De este modo se entiende también que la incorporación de lo digital en arquitectura ha supuesto aumentar la complejidad de todos los aspectos que intervienen en el proyecto. Hay todo un conjunto de acciones, datos y decisiones que podemos definir como entramado de *información*. Observar cómo los procesos digitales dialogan con la materialidad y la pragmática de la puesta en obra. Es por eso que esta cartografía que pretendemos establecer no solamente se refiere a los aspectos teóricos y a material ya publicado, sino que también toma en consideración todos aquellos aspectos relacionados con los procesos constructivos de aquellos proyectos que aquí se analizan.

En último lugar, otro objetivo —quizá deberíamos decir fundamento— de esta tesis es asumir que el establecimiento de una cartografía pasa por tener presente su posterior aplicación pedagógica. En efecto, el esbozo de esta cartografía debería llegar a ser un instrumento que facilite trabajar en conjunto tanto los aspectos técnicos de las nuevas tecnologías, como su relación con la arquitectura y considerar en su conjunto la aplicación de lo digital en los sistemas de representación gráfica —campo en el que se inscribe esta tesis a fin de cuentas— y al mismo tiempo, los procesos de trabajo en los estudios más significativos en lo que se refiere al empleo de lo digital.

1.4 Procedimiento Metodológico

Se parte de una selección de propuestas de despachos representativos del contexto arquitectónico contemporáneo. Una vez decididas cuáles son estas propuestas se recaba información sobre sus procesos de trabajo. A partir de aquí, el interés se centra en los diferentes estadios por los que pasa el proceso de ideación y comunicación del objeto arquitectónico y, también, ver como se insertan las nuevas tecnologías en su manera de representar la arquitectura.

El procedimiento de trabajo elegido es el siguiente:

En primer lugar, se procede al análisis de las características de cada uno de los estudios seleccionados que son Herzog & de Meuron, Jean Nouvel, Dominique Perrault, Frank Gehry, Alejandro Zaera-Polo y Farshid Moussavi (Foreign Office Architects), NOX / Lars Spuybroek y Greg Lynn. Este análisis debe tener como objetivos fundamentales el reconocimiento y establecimiento de las circunstancias contextuales de cada estudio, vinculadas con la ideología, objetivos y opción estética. De la misma manera, este análisis de las características intrínsecas debe permitir señalar los conceptos y procesos sobre los que se sustenta la actividad proyectual del estudio.

En segundo lugar, ya en cada caso, se seleccionan los proyectos que se van a analizar de manera más específica. Este trabajo de análisis específico de algunos proyectos de cada uno de los estudios tiene como objetivo examinar quirúrgicamente el proceso de conceptualización y representación. Recopilando exhaustivamente antecedentes gráficos de las publicaciones y los propios despachos, revisando los planteamientos escritos y referencias mencionadas. Construyendo una conceptualización parcial de cada proyecto y del método de diseño del despacho.

Una vez que obtenida la serie de conclusiones parciales a partir de los distintos análisis concretos de los proyectos de cada arquitecto o estudio, se procede a su comparación. Con esto se persigue establecer similitudes, divergencias y oposiciones

entre los respectivos modos de trabajar entre estudios y, también, los distintos modos de trabajar los proyectos en un mismo despacho.

Es a partir de esta comparación que la tesis puede concluir determinando un estado global que permita enmarcar la producción de estas arquitecturas en un contexto histórico, artístico y cultural.

1.5 Estructura de la investigación

La tesis se estructura en tres partes. En la primera se establece el marco teórico dentro del cual se desarrollará la investigación. La segunda parte se centra en el análisis de casos concretos a partir del trabajo de campo llevado a cabo en varios estudios de arquitectura. La tercera está dedicada a las conclusiones y algunos aspectos académicos de uso práctico como un glosario de términos utilizados. En la primera parte se tratan dos aspectos: la presentación del tema, de un lado; y un segundo donde se exponen los conceptos fundamentales sobre los cuales se sustenta el análisis. La segunda parte describe los diferentes estudios, tratando de entender y explicar lo analizado en clave paradigmática.

Para presentar y analizar las propuestas más innovadoras de los estudios de arquitectura en relación a el uso de lo digital, y también, en relación a los modos con que se representa la arquitectura, ha sido necesario todo un trabajo previo de selección. La selección de estudios ha respondido ante todo al modo con que los estudios abordan el proyecto arquitectónico. Sin embargo, dadas las premisas de esta tesis —asistir directamente a los procesos de trabajo dentro de los despachos—, también ha terminado influyendo en esta selección la posibilidad de acceder a estos estudios o proyectos. Era importante que en el trabajo de estos estudios quedara claro el vínculo entre el proceso de visualización y las propuestas innovadoras y experimentales. A fin de cuentas, en la mayoría de los casos analizados, es desde el mismo trabajo de despacho que se generan teorías y se establece por tanto una solidez más allá del fenómeno cultural y editorial de las grandes firmas internacionales. Precisamente, la consistencia de las trayectorias de estos estudios es lo que nos permite llevar a cabo un análisis capaz de aportar conclusiones relevantes al plano académico.

Así, el primer capítulo de la segunda parte, **capítulo 2**, está dedicado a estudiar los proyectos del estudio de Herzog y De Meuron otorgando especial atención al tratamiento de la piel del edificio, en lo que a su arquitectura se refiere. Parte de su

interés radica en la búsqueda de materiales, nuevas soluciones constructivas que generen texturas y que al mismo tiempo supongan una optimización de los recursos. Temas relacionados con el tratamiento de los volúmenes geométricos simples a los que se superponen deformaciones, serigrafiados, materiales y texturas rugosas, etc. que alteran su pureza formal y añaden complejidad, a través de la técnica de pixelados aplicados como textura a las fachadas.

El **capítulo 3**, revisa proyectos de Jean Nouvel como “collage de nuevas geometrías” que recrean una percepción mediante formas translúcidas, transparentes y reflejantes. La industria, la eficacia, y el encuentro con la artificialidad de la tecnología moderna constituye un hilo conductor de su trayectoria. Temas relacionados con el tratamiento de los volúmenes revisando comparativamente la idea de capa, transparencias, piel e inmaterialidad.

El **capítulo 4**, por su parte, dedicado al trabajo de Dominique Perrault, como una arquitectura con mayor complejidad geométrica, con nuevos materiales, nuevas investigaciones y experimentos, que reflejan una experiencia profesional pero también una indagación exhaustiva de las posibilidades de la forma.

En el **capítulo 5**, se expone el trabajo de Frank Gehry, que con sus emblemas arquitectónicos ha contribuido de manera determinante a visualizar la imagen de una arquitectura de formas complejas y personales sólo posible mediante la fusión de la tecnología más avanzada y los procesos creativos intemporales enlazando la incorporación de la tecnología digital en la arquitectura –en los diversos aspectos de concepción, expresión gráfica y construcción.

En un segundo grupo de estudios analizados, configurado por FOA (Zaera y Moussavi), NOX (Lars Spuybroek) y Greg Lynn, se observa el proceso a partir de la combinatoria formal basada en algoritmos computacionales, y conceptos arquitectónicos más experimentales, como la animación. Donde, en el trabajo de estos equipos la implicación de las técnicas o medios digitales han otorgado nuevas

posibilidades en la definición del espacio arquitectónico, especialmente en diseño tridimensional de los proyectos, como también en la configuración de entornos virtuales, pretendiendo explorar estas posibilidades en su trayectoria. Analizando con más profundidad los procesos en distintos proyectos, ya que hay más proyectos descritos. Los modelos físicos, tanto de diseño como de presentación, son también importantes en todos los casos tratados.

En el **capítulo 6**, se destaca la “complejidad y fluidez” del trabajo de FOA (Alejandro Zaera-Polo y Farshid Moussavi) que ha sido seleccionado por el interés que tenía asistir al momento en que toda una ingente cantidad de teoría y de trabajo experimental se convertía en realidad construida.

Por su parte, **capítulo 7**, dedicado a “La Arquitectura Informacional” de NOX / Lars Spuybroek representa la tendencia más radicalmente experimental. Especialmente con todo lo relacionado con las técnicas y procesos digitales. Recientemente, sus propuestas han comenzado a construirse, planteando lo que se ha denominado una arquitectura de formas líquidas. Inicialmente, se los eligió como objeto de estudio a causa del interés de los gráficos digitales en los que se han venido materializando sus conceptos arquitectónicos más experimentales, durante los últimos años.

El interés de las propuestas en el **capítulo 8**, de Greg Lynn con la “forma animada”, su relevancia como objeto de estudio en esta tesis, se debe sobretudo a su rol como teórico del uso de procesos digitales —principalmente la animación—, revisando su concepción de la arquitectura y los modos que emplea para representarla.

Hay una evolución clara en este panorama, se nos desvela un universo complejo pautado por conceptos como pixelado, transparencia, movilidad, etc; además, se destaca la pertinencia de estos conceptos en todo mapa que se pretende enseñar, en lo que se incluye procedimientos más analógicos, más formales y más avanzados y experimentales que perviven en la sociedad actual. Culminando de este modo en conclusiones comparativas y sintetizadoras de los trabajos analizados que intentan

expresar un devenir de la arquitectura contemporanea.

1.6 Consideraciones sobre la arquitectura digital

*Una gran época acaba de comenzar.
Existe un espíritu nuevo.
Existe una multitud de obras de espíritu nuevo que se
encuentran, especialmente, en la producción
industrial.
La arquitectura se ahoga con las costumbres.
Los "estilos" son una mentira.
El estilo es una unidad de principio que anima todas
las obras de una época, y que resulta de un espíritu
caracterizado.
Nuestra época fija cada día su estilo.
Nuestros ojos, desgraciadamente, no saben
discernirlo aún.*

*Le Corbusier*¹⁰

Tal como lo entiende Kas Oosterhuis, si a Le Corbusier le tocó dar forma y significado a la arquitectura en la era de lo industrial, hoy es necesario formular la definición de lo virtual.¹¹ El estudio de los antecedentes históricos de la arquitectura digital, su desarrollo y situación actual, todavía no ha sido realizado de manera exhaustiva y sistemática. El investigador sobre la arquitectura digital dispone en estos momentos, fundamentalmente, de algunos estudios muy puntuales. Además, la mayoría de estos trabajos parciales, desarrollados en el ámbito académico, se plantean en relación con la propia práctica que un arquitecto lleva a cabo¹² y no como reflexión en sí. En general, pues, se trata de síntesis que no profundizan demasiado acerca de las consecuencias más evidentes de la arquitectura digital.

¹⁰ Le Corbusier. "Hacia una arquitectura", Ediciones Apóstrofe, S.L., Barcelona, 1998, pagina 67.

¹¹ Oosterhuis, K."Rivoluzione Digitale" en l' Arca Plus, 36, 2003.

¹² Tal como ejemplifican las investigaciones que llevan a cabo Mark Burry (sobre Antoni Gaudí), Gregory More (estudio histórico de la hibridación tiempo-espacio en la forma artística) o Bernard Cache (sobre Gottfried Semper y Phillibert de l'Orme) o Dennis Dollens (sobre Louis Sullivan y Leibniz) publicadas en diferentes monográficos.

Según Kolarevic, las herramientas digitales permiten llevar a cabo exploraciones mediante las que generar espacio geométrico no euclidiano, sistemas cinéticos y dinámicos, algoritmos genéticos¹³. Las formas generadas digitalmente son expresión de una aproximación renovada a la arquitectura, en la que convenciones estéticas o de estilo son ignoradas a favor de una experimentación constante basada en la generación digital y la transformación de formas que respondan a contextos complejos e influencias funcionales. Se trata de arquitecturas no-tipológicas, discontinuas, amorfas, no-perspectivas, ahistóricas.¹⁴

En términos arquitectónicos, muchos autores afirman que las ideas propuestas por el Deconstruccionismo constituyen el precedente histórico más inmediato para algunos de los arquitectos que han experimentado con herramientas digitales¹⁵. Muchos incluso llegan a situar el origen en el Barroco, periodo en que los arquitectos comienzan a buscar la ruptura con el espacio clásico, tal como se entendió en los siglos XV y XVI; y a plantear la creación de formas orgánicas, como el origen de las exploraciones arquitectónicas que se hoy se materializan mediante lo digital. Para referirse a estas formas, Rafael Moneo habla de *“geometrías olvidadas que no han llegado hasta nosotros a causa de las dificultades para representarlas”*¹⁶. El Art Nouveau; la obra de Gaudí; el Expresionismo arquitectónico de los años veinte; La Einsternturm de Mendelshon; la Capilla Ronchamp de Le Corbusier; la Terminal TWA de Eero Saarinen y un largo etcétera son consideradas obras precursoras de las formas arquitectónicas generadas mediante herramientas digitales. Los diseños utópicos realizados en los años sesenta y a inicios de los setenta 70 del pasado siglo por estudios como Archigram anticipan algunas de las formas que hoy se generan

¹³ Branko Kolarevic, *op.cit.*, pág. 3.

¹⁴ Branko Kolarevic, *op.cit.*, pág. 4.

¹⁵ Marcos Novak, *op.cit.*, pág. 219.

¹⁶ Rafael Moneo citado por Branko Kolarevic, *op.cit.*, pág. 5.

digitalmente. Ofrecen además, y quizá esto es aún más relevante, una reivindicación del lugar de lo tecnológico en la cultura y práctica arquitectónicas.

La reciente exposición celebrada en el Centre Pompidou, *Architectures Non-Standard*, comisariada por Zeynep Mennan y Frédéric Migayrou, puede considerarse una de las iniciativas más sólidas para establecer un estudio analítico y exhaustivo acerca de los orígenes de las formas arquitectónicas y de los conceptos filosófico-estéticos desarrollados desde los comienzos del siglo XX, y que actualmente están siendo objeto de exploración por parte de los estudios que desarrollan arquitectura avanzada mediante técnicas digitales. *Architectures Non-Standard* pone de manifiesto cómo la arquitectura de Antoni Gaudí, las exploraciones artísticas —a partir de los manifiestos de las vanguardias artísticas—, así como los progresos desarrollados en el ámbito científico —especialmente el de las Matemáticas— durante todo el siglo pasado confluyen, se hibridan y se articulan en la investigación arquitectónica contemporánea.¹⁷

El progreso de los estudios históricos acerca de los antecedentes de la arquitectura digital pone de manifiesto el hecho de que, fundamentalmente, las herramientas digitales están permitiendo el desarrollo de ideas cuyos precedentes son, en muchos casos, analógicos¹⁸. Precedentes que, de otro lado, anticipan exploraciones digitales, que suponen la aplicación adaptada en el ámbito de la arquitectura de conocimientos y modos de representación y visualización procedentes del ámbito matemático, científico y artístico.¹⁹

¹⁷ Frédéric Migayrou y Zeynep Mennan (eds.), *Architectures Non-Standard*, Paris: Centre Pompidou, 2004. <http://www.centrepompidou.fr/Pompidou/Communication.nsf/>

¹⁸ Dennis Dollens plantea consistentemente cómo se relaciona la arquitectura de Josep Maria Jujol, Toyo Ito, Santiago Calatrava, Enric Miralles y Frank Gehry en *De lo digital a lo analógico* Barcelona: Gustavo Gili, cop. 2002.

¹⁹ Vid. Michelle Emmer, *Flatland*, Basilea; Birkhäuser, 2003.

En expresión de Nicholas Negroponte, vivimos en un mundo que, en virtud de las transformaciones tecnológicas de las últimas décadas, se ha vuelto digital²⁰. En palabras de Kolarevic: “Las *tecnologías digitales* están cambiando las *prácticas arquitectónicas* de una manera que pocos eran capaces de anticipar hasta hace muy pocos años”.²¹

Al abordar la vinculación de la arquitectura contemporánea con lo *digital*, debe admitirse, si somos rigurosos, que el termino *arquitectura digital* es algo impreciso. Quizá sería mas apropiado hablar de *arquitectura generada mediante técnicas digitales* o en la que *intervienen herramientas* digitales. Sin embargo, el término *arquitectura digital* ha acabado siendo útil para designar aquellas arquitecturas en las que no solamente interviene lo digital —a fin de cuentas, eso sería hablar de la gran mayoría— sino, más específicamente, aquellas arquitecturas que en su uso de lo digital se quieren presentar como concepción avanzada del pensamiento y la práctica arquitectónicas. En estos casos concretos, lo digital adquiere una intervención activa y deviene eje y fundamento esencial.

El concepto *arquitectura digital* no debe ser considerado como un concepto monosémico. Con él podemos tanto aludir a proyectos de experimentación arquitectónica avanzada —cuyo territorio de generación, desarrollo, visualización y *vivencia* es el digital, el denominado *cibespacio*— como a proyectos construidos que han surgido de procesos de diseño llevados a cabo exclusivamente mediante herramientas digitales. Diferentes denominaciones se han aplicado durante los

²⁰ Nicholas Negroponte es director del Media Lab del MIT - <http://web.media.mit.edu/~nicholas/> , citado por Manuel Castells: CASTELLS, MANUEL. *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Alianza Editorial, Madrid: 1997 pagina 56.

²¹ Kolarevic, Branco. “*Introduction*” in Branco Kolarevic (ed.), *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*, New York: Spon Press, 2003, pág. 3.

últimos años a la arquitectura generada digitalmente. La mayoría han sido acuñadas por diferentes arquitectos, en algunos casos a manera de manifiesto, y responden a una concepción, más o menos concreta, acerca de una forma de aproximación a la arquitectura digital.²²

La arquitectura digital es simultáneamente, efecto y expresión de la Revolución de la Tecnología de la Información. Según Manuel Castells, interesante sociólogo urbano dedicado a estos temas, se trata de “*una revolución tecnológica, centrada en torno a las tecnologías de la información, que está modificando la base material de la sociedad a un ritmo acelerado*”.²³

Este fenómeno, cuyos primeros antecedentes pueden reconocerse ya en los planteamientos filosóficos de Leibniz y sus investigaciones sobre cálculo infinitesimal, formulados en el siglo XVII, comienza a materializarse durante la década de los años cuarenta del siglo XX²⁴, con la creación de máquinas de inteligencia artificial durante la Segunda Guerra Mundial²⁵. Sin embargo, no será hasta la década de los sesenta que esta investigación digital se intensificará lo suficiente como para erigirse en alternativa científica viable.

²² Denominaciones como ‘trans-architectures’, “Liquid Architecture”, “Architectures-Non Standard”, “Proto-Architectures”...

²³ MANUEL, CASTELLS. *La Era de la información economía, sociedad y cultura* (versión castellana de Carmen Martínez Gimeno). Alianza editorial, Madrid, 1996, pag. 31.

²⁴ Para un estudio histórico de la aparición y desarrollo del paradigma que culmina en la noción de sociedad de la información desde el siglo XVII hasta la actualidad: MATTELART, ARMAND. *The Information Society*. Sage Books, Londres, 2003. Para una consulta de fuentes documentales acerca del mismo tema desde el siglo XIX hasta la actualidad: SPILLER, NEIL (ed.), *Cyber_reader*, Londres: Phaidon, 2003.

²⁵ Claudia Gianetti data en 1941 la creación del primer ordenador digital que disponía de un programa siendo su autor Konrad Zuse: GIANNETTI, CLAUDIA. *Estética Digital*, Barcelona: L’Angelot, 2003 pág. 23.

Lo digital alcanzó su máxima expansión y desarrollo a finales de los noventa, coincidiendo con la popularización de Internet como “nueva red de acceso público”²⁶ y un desarrollo tecnológico en diferentes ámbitos²⁷. Manuel Castells plantea de manera precisa y amplia cuáles son los campos comprendidos dentro del ámbito de las Tecnologías de la Información.

Entre las tecnologías de la información incluyo, como es habitual, el conjunto convergente de tecnologías de la microelectrónica, la informática (máquinas y software), las telecomunicaciones / televisión / radio y la optoelectrónica. Además, a diferencia de algunos analistas, también incluyo en el ámbito de las tecnologías de la información la ingeniería genética y su conjunto de desarrollos y aplicaciones en expansión. Lo que según Manuel Castells ha culminado en la *“transformación de nuestra ‘cultura material’ por obra de un nuevo paradigma tecnológico organizado en torno a las tecnologías de la información”*²⁸ y que puede considerarse como un *“inductor de discontinuidad en la base material de la economía, la sociedad y la cultura”*²⁹ que surgieron como consecuencia de la Revolución Industrial.

Información es el concepto clave de esta revolución. Creación y manejo de la información. Aunque según Giannetti *“El concepto de información no viene mediado por el de ‘sustancia’, sino que se basa en la propiedad transformable de su conjunto, es decir, la información puede ser reproducida (duplicada, copiada), destruida (borrada) o iterada (repetida).”*³⁰

En base a esta noción del concepto ‘información’ pueden considerarse sustentados

²⁶ MATTELART, ARMAND. *The Information Society*. Sage Books, Londres, 2003, pág. 3.

²⁷ CASTELLS, MANUEL, *op.cit*, pág. 56.

²⁸ *Ibíd*

²⁹ *Ibíd*

³⁰ GIANNETTI, CLAUDIA , *op.cit*, pág. 23.

algunos de los aspectos vinculados a la producción arquitectónica que hacen patente la incorporación del ordenador como herramienta indispensable en el estudio del arquitecto y, también, la posibilidad de establecer nuevos diferentes modelos de trabajo basados en el tratamiento del proyecto arquitectónico como información. Indudablemente, la ubicuidad de la computadora en el trabajo arquitectónico contemporáneo es un dato indiscutible. Según los estudios de Sara Lev se estimaba que en 2001, el 99% de los estudios de arquitectura empleaban alguna forma de programas CAD³¹. Cabe destacar, como recalca la misma Sara Lev, que son los jóvenes arquitectos empleados en estudios de arquitectura dirigidos por arquitectos de generaciones anteriores quienes están plenamente capacitados para emplear eficientemente estas herramientas. Las nuevas generaciones de arquitectos jóvenes, recién titulados o todavía en la universidad, son plenamente conscientes de la necesidad de adquirir conocimientos profundos sobre el manejo del software para el proyecto arquitectónico como parte de su formación profesional.

Esta asunción de lo digital no implica una ruptura completa con los procesos previos a la incorporación del ordenador: mientras algunos estudios y arquitectos disponen de ellos como un reemplazo que proporciona mayor eficiencia y rapidez en tareas de representación o de comunicación —por ejemplo, dibujo de planos, envío de datos relativos al proyecto a todos los agentes implicados en su realización, etc.— el diseño asistido por computadora (*Computer-aided architectural design* –CAAD) permite según Gerhard Schmitt, decano de la Facultad de Arquitectura de Zurich, “mejorar el entorno construido y físico al proporcionar los mejores instrumentos y métodos para la creación de arquitectura”³². Paralela y simultáneamente, para otros arquitectos y estudios, el acceso a las tecnologías digitales ha supuesto un estímulo

³¹ LEV, SARA. *Computing Buildings. Architecture at Crossroads* (<http://www.stanford.edu/group/STS/techne/Fall2002/lev.html>)

³² SCHMITT, GERHARD. *Information Architecture. Future and Basis of CAAD*. Birkhäuser, Basilea, 1999, pág. 5.

a través del cual dar inicio a una especie de revolución en el seno mismo de la Arquitectura³³. Para ellos es necesario reconocer en la computadora y la tecnología digital las herramientas capaces de materializar y desarrollar ideas arquitectónicas *previamente impensables*.

Como plantearemos más adelante, existen unos precedentes analógicos sobre los que se sustentan las experimentaciones arquitectónicas digitales. Debe tenerse en cuenta que desde principios del siglo XX las investigaciones en geometría y diferentes campos de las ciencias naturales, así como en el arte, han dando como resultado la visualización de objetos formalmente complejos que se anticipaban en varias décadas a lo planteado por los arquitectos que hoy experimentan con técnicas digitales³⁴.

Wes Jones acuñó a mediados de la década de los noventa el término *blobmeisters* para referirse al, por entonces aún minúsculo, grupo de arquitectos que de manera aislada estaban comenzando a explorar el *software* como medio expresivo y punto de partida para la generación de formas arquitectónicas³⁵. Otros términos, como *CAADesigners* o *napster generation*³⁶ han surgido para referirse a esos arquitectos para los que la computadora era concebida *“no sólo como una herramienta para diseñar sino como un acelerador evolutivo y fuerza generadora, aplicada a las complejidades asociadas a los entornos construidos y virtuales”*³⁷.

³³ *Renacimiento* es un concepto empleado por diferentes “arquitectos digitales” para enfatizar su convicción en la transformación que operará sobre la arquitectura la disposición de las herramientas digitales. Marcos Novak (*op.cit.*).

³⁴ EMMER, MICHELLE. *Flatland*. Birkhäuser, Basilea, 2002 - GUERRERO YESTE, ALICIA. *Arquitectura e imagen en movimiento*: Conferencia pronunciada en la Facultad de Historia del Arte e Historia Social de la Universitat de Lleida, España, Abril 2003 (no publicado).

³⁵ CACHOLA-SCHMAL, PETER. *op.cit.*, pág. 9.

³⁶ Iden

³⁷ PERBELLINI, MARIA RITA y PONGRATZ, CHRISTIAN. *Natural Born CAADesigners*. Birkhäuser, Basilea,

Para posiciones como las de Greg Lynn hay, sin embargo, algunos aspectos del *blobmeister* no tan óptimos para el desarrollo de la arquitectura. En palabras del propio Lynn: “*Hay un lenguaje de la forma que surge de la computadora, y lo que haces primero es lo que el software te permite hacer bien*”³⁸. En este sentido las palabras de Lynn introducen tanto una descripción de la actitud del *blobmeister* como nos indican algunas de sus debilidades fundamentales en el plano teórico y proyectual.

Es importante tener en cuenta como ente difusor de la arquitectura digital la labor de FEIDAD. El FEIDAD (*Far Eastern International Digital Design Award*) desde su inicio en 2001 se celebra anualmente y se ha consolidado como el evento que presenta un panorama más diverso y amplio del estado de la práctica digital al convocar la participación de estudiantes y estudios de arquitectura a nivel internacional³⁹. FEIDAD edita anualmente un catálogo que muestra en detalle los proyectos seleccionados y ganadores, de manera que puede considerarse esta publicación como indispensable para analizar el desarrollo de las aplicaciones digitales a nivel práctico. Los títulos de los sucesivos catálogos resultan descriptivos de la conciencia acerca del progreso de la arquitectura digital en los últimos años y cómo es exclusivamente la práctica arquitectónica y la materialización del empleo de las técnicas digitales la que expresa pragmáticamente la realidad de las herramientas digitales en la práctica contemporánea.

2000, pág. 10.

³⁸ Greg Lynn citado en Peter Zellner, “Ruminations on the Perfidious Enchantments of a Soft, Digital Architecture or How I learned to stop worrying and love the blob” in Peter Cachola-Schmal, *op.cit.*, pág. 31.

³⁹ 2001: Defining Digital Architecture
2002: Developing Digital Architecture
2003: Diversifying Digital Architecture

La celebración de diferentes eventos —congresos, seminarios, exposiciones— a partir de 1997 da origen a la difusión internacional de la arquitectura digital. “*Trans-Architectures*” (1997) fue una exposición itinerante concebida en Bruselas que pasó por diferentes capitales europeas y norteamericanas 1997 y 1998. La edición de 1999 de “*Archilab*” fue el prolegómeno del evento que habría de ubicar definitivamente la arquitectura digital en el centro de atención del debate arquitectónico contemporáneo: la exposición titulada “*More Ethics, Less Aesthetics*” en el marco de la VII Bienal de Arquitectura de Venecia en el año 2000.

Teóricos como Jeffrey Kipnis o Sanford Kwinter y arquitectos como Marcos Novak formularon los parámetros desde los cuales entender el fenómeno. Novak comienza su aproximación a las herramientas digitales en una fecha tan temprana como 1980, mientras cursaba estudios en la Universidad de Ohio. Su aproximación al empleo de las herramientas digitales en arquitectura lo coloca en una posición de experimentador vanguardista, interesado en la hibridación de la arquitectura con otras disciplinas —en su caso, con la música⁴⁰.

Bernard Tschumi en su proyecto *The Paperless Studio*⁴¹ parte, desde un punto de

⁴⁰ Intelectualmente debe ser considerado más visionario que pragmático. No obstante, Novak sentó mediante su acuñación de los conceptos “Liquid Architectures” (1985) y “Transarchitectures” (1997) las bases conceptuales que sirvieron de fundamento a NOX / Lars Spuybroek o a Kas Oosterhuis para el desarrollo de los primeros proyectos desarrollados digitalmente en el ciberespacio.

⁴¹ Bernard Tschumi concibe en 1994 el proyecto *The Paperless Studio*. *The Paperless Studio* constituye una de las primeras incorporaciones sólidas del ordenador como herramienta dentro del proceso de formación y aprendizaje de los estudiantes de Arquitectura en la Universidad de Columbia (New York).

vista teórico, de que: *“Los sistemas digitales, poderosos e intuitivos, permiten que un diseño sea esbozado, desarrollado, dibujado, representado y animado en tiempo real. El diseño digital es a continuación impreso, presentado en pantalla, proyectado o enviado a lo largo del mundo a través de internet o incluso fabricado un prototipo mediante una máquina numéricamente controlada, sin que este proyecto haya llegado a existir nunca sobre papel”*.

Al inicio de este proyecto, que se llevó a cabo durante un semestre del curso de 1994, y cuyo objetivo fundamental era experimentar con los métodos de producción digital, y compararlos con los métodos tradicionales de diseño, Muir y O'Neil formulaban algunas preguntas que posteriormente se han rebelado como cruciales:

“¿La falta de familiaridad de los alumnos con las herramientas digitales incitará a los estudiantes a usar métodos manuales? ¿Cómo cambiará la introducción de técnicas de animación la comprensión que los estudiantes tendrán de sus propios diseños? ¿Suplantarán o coexistirán los métodos digitales con los modos de producción analógicos?”.

En el caso de Neil Spiller⁴², además de su interés por lo digital, es remarcable su

En una memoria referente a la aplicación de este concepto, los estudiantes Eden Muir y Rory O'Neil (vid. referencia en <http://www.arch.columbia.edu/DDL/paperless/NEWSLINE.html>) describen el laboratorio como algo *“más similar a un estudio cinematográfico de producción de efectos especiales antes que a un estudio de arquitectura tradicional”*. Cada estudiante dispone de un ordenador particular conectado a una red colectiva. La propuesta consistió en desarrollar una infraestructura electrónica integrada (*seamless*) mediante un equipamiento avanzado que proporcionó Silicon Graphics basándose en previos experimentos llevados a cabo por el Digital Design Lab del Graduate School of Architecture de la Universidad de Columbia.

⁴² Neil Spiller es actualmente docente en Arquitectura y Teoría Digital en la Escuela de Arquitectura Barlett (Londres, Gran Bretaña). En 1995 co-editó junto a Martin Pearce el monográfico *“Architects in Cyberspace”* para la revista *Architectural Design*, siendo desde entonces uno de los investigadores y críticos más rigurosos acerca de la historia de la aplicación de las tecnologías digitales en la arquitectura. Es de destacar su artículo *“Towards an Animated*

trabajo en la recopilación de documentos literarios, ensayos científicos, y filosóficos publicados bajo el título *Cyber_reader* (Londres: Phaidon, 2003). En este libro presenta los antecedentes conceptuales, intelectuales y culturales de la Revolución de la Tecnología de la Información. El conjunto de su producción bibliográfica es indispensable para el estudio de la aparición, desarrollo y estado de la arquitectura digital.

Cada uno con sus intereses teóricos particulares y desde diferentes actitudes, Marcos Novak, Bernard Tschumi y Neil Spiller pueden ser considerados como los pioneros en el reconocimiento y formulación del potencial que el ordenador proporciona al arquitecto contemporáneo como herramienta de ideación y diseño. En este sentido ellos son quienes han alentado e inspirado toda una serie de conceptos arquitectónicos en una fecha tan temprana como el inicio de los noventa.

A la toma de conciencia, por parte de los arquitectos más jóvenes, de lo digital como algo renovador además de útil y con un gran potencial creativo, vino a sumarse la inauguración del Museo Guggenheim en Bilbao de Frank Gehry en 1997. Para algunos este edificio era el signo evidente de que la historia de la arquitectura entraba en una nueva etapa. El proyecto del Museo Guggenheim de Bilbao se desarrolló con la ayuda de CATIA⁴³, un software específico para la ingeniería aérea. La lectura simbólica de este edificio se hace evidente en las palabras de Branko Kolarevic: *“Es probablemente el ejemplo mejor conocido de un edificio que captura el*

Architecture. Against Architectural Animation” publicado en el monográfico editado por Bob Fear “Architecture + Animation” para la revista *Architectural Design* en 1998. En este artículo, Spiller lamentaba la falta de una auténtica coherencia intelectual que sustentase la experimentación con herramientas digitales llevada a cabo por estudiantes de arquitectura.

⁴³ Marcos Novak apunta que el software CATIA venía siendo usado desde hacía veinte años en la ingeniería aeronáutica, antes de penetrar en el ámbito de la arquitectura. (Vid. Marcos Novak, *op.cit.*, pág. 233).

*Zeitgeist de la revolución de la información digital, cuyas consecuencias para la industria de la construcción van a ser seguramente similares a las que comportó la revolución industrial: la era de la información, tal como anteriormente hizo la era industrial, está desafiando no sólo la forma en que construimos los edificios, sino también cómo los manufacturamos y construimos.*⁴⁴

Según Massad y Guerrero, con la materialización de este edificio, Gehry: *“Se convertía en el primer arquitecto que, mediante la utilización de tecnología digital, había hecho posible la construcción de un edificio formalmente complejo cuya erección, en caso de haber carecido de la tecnología adecuada, habría sido difícilísima o, directamente, imposible (...) Este edificio es, por tanto, el primer edificio construido de la era tecnológica: creado por un arquitecto que no piensa en términos digitales y que trabaja con modelos reales y que emplea la tecnología a posteriori —escaneando sus maquetas en tres dimensiones con objeto de generar la información que permita su desarrollo constructivo—.* ⁴⁵

Con la coincidencia de estos dos fenómenos —la construcción de un edificio mediante procedimientos innovadores y el surgimiento de una nueva actitud arquitectónica— se constata que las tecnologías digitales abren nuevas dimensiones y posibilidades para la arquitectura. Estas tecnologías son el origen de nuevas formas de crear, pensar, diseñar, representar, construir y vivir la arquitectura. En palabras de Fredy Massad y Alicia Guerrero Yeste: *“Esta revolución en la arquitectura no es un acto de reacción contra modelos establecidos sino la materialización de una nueva sensibilidad formal e intelectual... Tal vez por eso es*

⁴⁴ Branko Kolarevic, *op.cit*, pág. 3.

Nótese que el autor se refiere como ‘era de la información’ a lo que viene denominándose en este texto como Revolución de la Tecnología de la Información

⁴⁵ Fredy Massad y Alicia Guerrero Yeste, “Arquitectura en la era de la Revolución Digital”, in F.Massad et A.Guerrero Yeste (eds.) in *Experimenta*, 45, Madrid, 2003.

*posible sostener que estamos frente a una revolución que operará cambios fundamentales sobre los parámetros y conceptos de la arquitectura tal cual actualmente es reconocida y definida.”*⁴⁶

En oposición a opiniones como ésta, encontramos otras que son reticentes a reconocer el potencial que la computadora y las tecnologías digitales suponen para la arquitectura. Se argumenta que los medios digitales no adquirirían en el futuro mayor trascendencia que la de integrarse en el estudio del arquitecto como meras herramientas capaces de llevar a cabo tareas que anteriormente requerían más esfuerzo y mayor conocimiento humano⁴⁷.

Esta visión reductora para Saggio impide “reconocer que una de las razones esenciales por las que la aplicación de técnicas digitales en arquitectura debe ser considerada revolucionaria es porque implica la necesidad de reconfigurar los procesos mentales implicados en la totalidad de la actividad arquitectónica”⁴⁸. Por otro lado, negar el potencial de lo digital en arquitectura es negar también la incidencia en todos esos aspectos de la arquitectura más relacionados con su materialización —véase, por ejemplo, la conformación de nuevos tipos de espacios, el empleo de nuevos materiales, el desarrollo de técnicas eficientes de construcción de entidades arquitectónicas complejas y un largo etcétera—.

Para Saggio, negar esta evidencia es algo similar a lo que ocurrió con todos aquellos que, por allá los años veinte, no quisieron comprender el potencial de lo industrial: “Si pensamos en lo que ocurrió en los años veinte, veremos también que intelectuales como Walter Gropius (y Le Corbusier y Mies) tuvieron la capacidad de reformular

⁴⁶ Ibídem

⁴⁷ Gerhard Schmitt, *op.cit*, pág. 16.

⁴⁸ Antonino Saggio citado en: GUERRERO YESTE, ALICIA Y MASSAD, FREDY. “*Arquitectura Artificial*”. www.btbwarch.com

*“completamente” la arquitectura sobre el estímulo del nuevo mundo mecánico e industrial.”*⁴⁹

Kas Oosterhuis, es uno de las figuras más involucradas en la arquitectura digital. Él es el fundador y director de Oosterhuisassociates, donde los arquitectos, los artistas y los programadores ensamblan fuerzas. En palabras del propio Kas Oosterhuis: *“Todo aquello que hace que la arquitectura sea más que una construcción técnica, un alojamiento y una inversión se encuentra bajo presión en la era digital.”*⁵⁰

Vera Molnar⁵¹ distinguía a finales de los años 90 tres fases en la evolución de la computadora como medio de creación: una primera en la que ésta revela sus posibilidades en el medio artístico; una segunda en la que la computadora rompe las formas tradicionales y abre nuevas formas de hacer; y una tercera en la que la computadora se revela como impulsora de la mente para trabajar con formas radicalmente nuevas. Según la cronología de desarrollo de la tecnología digital propuesta por Molnar, actualmente nos hallaríamos en el segundo estadio de este proceso. Indudablemente, la incorporación de la tecnología digital a la arquitectura está alterando las formas arquitectónicas tradicionales y plantea nuevas posibilidades de conceptualizar y diseñar que derivan en la construcción —bien sea en el entorno físico o en el entorno virtual— de una *nueva* arquitectura. Llegados a este punto es necesario enfatizar de nuevo el hecho de que muchos estudios de arquitectura emplean en la actualidad recursos brindados por la tecnología digital, tales como la simulación, sin plantear una concepción renovadora que refleje una voluntad de experimentación avanzada. Para estos estudios la aplicación de la tecnología digital

⁴⁹ Antonino Sagio citado en: GUERRERO YESTE, ALICIA Y MASSAD, FREDY. *“Talking about the Revolution”, Il Progetto*, 9, Roma, 2001 pág. 9.

⁵⁰ OOSTERHUIS, KAS. *“Rivoluzione Digitale”* en *I’Arca Plus*, 36, Roma, 2003. pág. 53.

⁵¹ Vera Molnar citada en: Berenguer, Xavier. “Promesas digitales” en Claudia Giannetti (ed.) *Arte en la era electrónica. Perspectivas de una nueva estética*. L’Angelot-Goethe Institut, Barcelona, 1997, pág. 25.

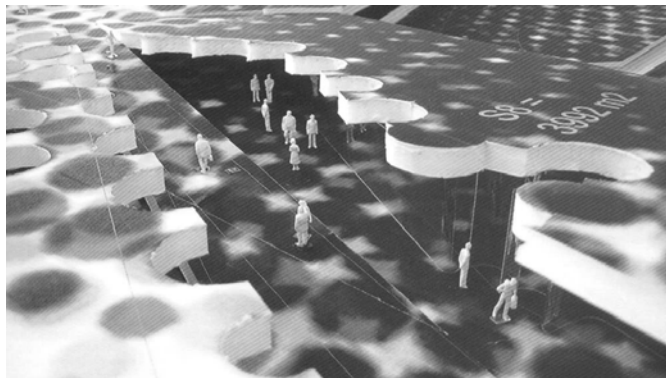
en la dinámica laboral de un estudio, no tiene porqué conllevar una modificación de los conceptos arquitectónicos tradicionales.

Precisando sobre la afirmación formulada por Marcos Novak “*el ordenador devino el instrumento elegido para la exploración de nuevos potenciales y de nuevos cuestionamientos arquitectónicos*”,⁵² hay que entender la arquitectura digital como un fenómeno cuya eclosión es reciente, pero que sin embargo cuenta ya con unos antecedentes y precedentes históricos. Si bien es cierto que la computadora y la tecnología digital han hecho posible esa exploración de nuevos potenciales y cuestionamientos en la arquitectura, también lo es que es necesario comprender la arquitectura digital como parte de un *continuum* histórico a todos los niveles, filosófico, científico, tecnológico y artístico, y en ningún caso como un fenómeno *ex novo*. Para ello es necesario poder indicar que cuestionamientos ligados a lo digital tenían una existencia latente —traducida en esporádicas manifestaciones— en los últimos siglos. A fin de cuentas es posible que la innovación consista en la aparición —gracias al ordenador— de nuevas formas de organización, conformación y visualización del pensamiento humano.

⁵² Marcos Novak, *op.cit*, pág. 241.

PARTE II

2 - Volúmenes pixelados



2. Volúmenes pixelados

Cualquiera que sean los rasgos distintivos que se traten de analizar y destacar de la arquitectura contemporánea, éstos pasan, en gran medida, por el modo en que la arquitectura establece formas de relacionarse con un mundo transformado por las tecnologías de la información y de la comunicación. En el mundo globalizado, la materialidad de lo real pasa rápidamente a convertirse en imagen, y la imagen transforma la percepción de esa realidad dotándola de un nuevo espesor económico y simbólico¹. La arquitectura actual participa plenamente de estos procesos y, más que en ninguna otra época, es un recurso fundamental para la producción de emblemas que contribuyen a promocionar internacionalmente la imagen de una ciudad, de una marca o de un evento.

Los edificios realizados por los equipos de arquitectura más prestigiosos deben atender a una creciente complejidad de funciones y, además, ejercer de iconos singulares que rompan la creciente homogeneidad de las grandes urbes en las que se ubican. En este contexto, los edificios funcionan como un referente que asume la tradición de singularidad y creatividad de la producción artística. Pero funcionan también como marcas de identidad del lugar, como identidad espacial que sustituye o complementa la que proviene de las propias especificidades naturales. Los límites entre lo natural y lo artificial se desdibujan a través de los medios digitales de comunicación.

Uno de los estudios de arquitectura que en las últimas décadas más se han caracterizado por explorar estas líneas de trabajo es el formado por Jacques Herzog y Pierre de Meuron. Sus proyectos repartidos por todo el planeta son especialmente representativos de un modo de pensar la arquitectura en la que los edificios se

¹ Luiz Fernando-Galiano en “*Diálogo y logo*”, *Jacques Herzog piensa en voz alta - Arquitectura Viva* nº 91, 2003, pag. 25, comenta que si observamos lo que ahora tenemos entre manos pueden verse grandes cambios de perspectiva, que provienen de nuestra mayor experiencia, de la tecnología de los ordenadores y de la renovada percepción que nos otorga trabajar en distintas geografías y circunstancias.

conciben como iconos singulares que proyectan su imagen a escala internacional. Peter Eisenman señalaba esta idea de singularidad que persigue la cultura arquitectónica actual, vinculándola con la función simbólica que se espera de ella: «*Rem Koolhaas, Jacques Herzog, Zaha Hadid y yo hemos adquirido el prestigio de ser capaces de producir obras simbólicas. En Europa, los políticos no nos preguntan qué estamos haciendo, sólo nos dicen "háganlo". Quieren un símbolo*»². Y, en efecto, los proyectos de Herzog y de Meuron para la Tate Modern de Londres (2000), el Prada Aoyama Epicenter en Tokio (2003), el edificio Fórum en Barcelona (2004) o el reciente estadio Allianz Arena en Munich (2005), ejemplifican perfectamente la compleja fusión de dimensiones simbólicas y económicas que experimenta la arquitectura de nuestro tiempo.

Herzog y de Meuron estudiaron en la Escuela de Arquitectura ETH de Zúrich y fueron alumnos de Aldo Rossi y Dolf Schnebli. En 1978, tres años después de finalizar sus carreras, establecieron la firma Herzog & De Meuron en Basilea, su ciudad natal. Desde entonces se han ido incorporando al estudio colaboradores como Harry Gugger (1991), Christine Binswanger (1994), Robert Hösl (2004), y Ascan Mergenthaler (2004). En el 2001 obtuvieron el prestigioso Premio Pritzker de arquitectura, y actualmente su despacho es un ejemplo de una estructura corporativa transnacional sólo posible en la era de las tecnologías de la comunicación, contando con 180 empleados y con oficinas en Londres, Munich, San Francisco, Barcelona y Beijing.

En su trayectoria se constata unos inicios basados en conceptos minimalistas, que surgió como reacción a las arquitecturas posmodernas y deconstructivistas, como es el caso de la Galería de Arte Goetz en Munich, entre otros. Desde sus primeros proyectos podemos distinguir la fascinación por el arte contemporáneo y la forma de trabajar de los artistas, el claro interés por la moda y la voluntad de explorar las posibilidades que ofrecen distintos tipos de materiales. Estos materiales se investigan para revestir las superficies, a menudo colaborando conjuntamente con

² Fredy Massad y Alicia Guerrero: *Eisenman, teórico y práctico*, entrevista en www.vitruvius.com.br

industriales, artistas e incluso biólogos, buscando soluciones y respuestas poco comunes a las diversas situaciones arquitectónicas. Precisamente este proceso de investigación y experimentación específico para cada uno sus proyectos, y su interés en las formas de expresión del arte y de los medios de masas, son características que definen la identidad propia de su modo general de entender la arquitectura y de las que deriva gran parte de su éxito³.

En la fase más reciente, en la que la informatización y la virtualidad son tendencias dominantes, utilizan todo el potencial de los medios tecnológicos tanto para la concepción como para la presentación de sus obras, experimentando expresiones gráficas cada vez más innovadoras. Pero este interés por los lenguajes de la cultura digital, que se constata por ejemplo de manera paradigmática en la utilización del píxel como elemento generador, no supone un alejamiento de la naturaleza real de los edificios. Por el contrario, les ofrece nuevas vías para aproximarse a ella y a la singularidad y complejidad que persiguen en sus proyectos. Como afirma Jacques Herzog en una entrevista, *“la naturaleza sigue siendo hoy en día lo más complejo que conocemos; aún más complejo de lo que nosotros podemos conseguir...”*⁴

³ http://www.vitruvius.com.br/drops/drops11_04.asp

⁴ En William J. R. Curtis, *“Ensayo La Naturaleza del Artificio. Una conversación con Jacques Herzog”*, El Croquis 109 – 110, Pág. 24, 2003.

2.1 Las texturas de la naturaleza

Los proyectos de Herzog y de Meuron se acercan primeramente a la naturaleza desde formas iniciales minimalistas o volúmenes geométricos simples, a los que se sobreponen deformaciones, serigrafiados, materiales y texturas rugosas, etc. que alteran su pureza formal y añaden complejidad superficial. Esto remite también a los procesos de la naturaleza, donde se combinan las formas depuradas con un revestimiento aleatorio generada por los procesos biológicos. Una variabilidad que en arquitectura puede ser interpretada y expresada gracias al uso de sofisticados procesos digitales, y que en el caso de Herzog y de Meuron reconstruye tecnológicamente la idea de ornamento.

Su producción se basa en la precisión conceptual, formal y constructiva, en el dominio creativo de las nuevas tecnologías y los lenguajes expresivos conectados con corrientes artísticas como el minimalismo y el “arte povera”. Sean los hormigones serigrafiados o las vendas de cobre, los gaviones basálticos o los vidrios convexos, cada una de sus innovaciones expresivas persigue nuevos modos de experimentar con el equilibrio y la geometría, y suscita de inmediato una progenie de emulación⁵.

El proyecto que probablemente los impulsó en el panorama internacional fue al de instalaciones de los Viñedos Dominus realizados en California en 1997 (Fig. 1), aunque ya llevaban un relevante reconocimiento profesional. Este edificio destacó por el inusitado envoltorio de piedra natural acopiada, que le otorga una delicado juego de transparencia y solidez, que diluye la pesadez del contundente volumen. Combinado con una reducción de las temperaturas interiores, lo convertía en un ejemplo de todos los problemas contemporáneos de la arquitectura de disolución de la forma y control bioclimático, con materiales rústicos y de gran potencialidad plástica. En un aparente retorno a la construcción vernácula, pero recogiendo sofisticadas posturas conceptuales.

⁵ Revista Arquitectura Viva, nº 85, pag. 80 y AV nº 85 2002.



Fig.1: Viñedos Dominus, en Napa Valley, California, (1996)

A continuación trataremos de analizar algunas de las aportaciones recientes que, en el contexto de investigación de esta tesis, el equipo de los suizos Jacques Herzog y Pierre De Meuron ha venido desarrollando, examinando los contenidos conceptuales y metodológicos de sus proyectos, en relación con los de su expresión gráfica. Nos centraremos en algunos de sus proyectos más recientes, en los que se perciben innovaciones expresivas y donde este estudio muestra sus recursos gráficos basados en medios informáticos, como los proyectos presentados a concurso en España: el del edificio principal del Forum 2004 en Barcelona y el del futuro Muelle de Enlace del puerto y el Museo-Centro de Cultura Óscar Domínguez en Tenerife. Nos referiremos a dichos proyectos para lograr una mejor comprensión de las características gráficas actualmente utilizadas por estos arquitectos.

2.2 Las superficies de la forma

El Edificio Forum es un ejemplo de muchas de las características de la arquitectura de Herzog y de Meuron. Concebido para albergar las principales actividades del Forum 2004 en Barcelona (Fig. 2), es también el elemento que, por su potente presencia visual, definía su imagen emblemática y debía contribuir a su proyección internacional. Su estructura formal está basada en un triángulo habitado, suspendido y perforado por agujeros verticales que permiten la circulación del aire y la iluminación. En contraste con las torres que lo rodean, está planteado horizontalmente, favoreciendo la congregación natural del público tanto en el interior como en la plaza. A un mismo nivel, se presenta la máxima combinación de funciones posibles para las áreas destinadas a exposiciones, salas de conferencias y el restaurante.



Fig. 2: Fotomontaje con la ubicación del edificio Plaza Forum (2004).

En el momento de afrontar el proyecto, el entorno urbano donde debía situarse el edificio estaba poco definido. Sólo había algunas instalaciones industriales, una planta de depuración de aguas residuales y garajes. Para este sector de Barcelona se había trazado ya un plan urbanístico que ordenaría una zona de la ciudad algo abandonada y justamente el proyecto de H&deM debía resolver el punto caliente de este sector: el final de la Av. Diagonal en su llegada al mar, teniendo en cuenta la relación del entorno con la gran plataforma que cubre la planta depuradora y la Ronda Litoral (Fig. 3).

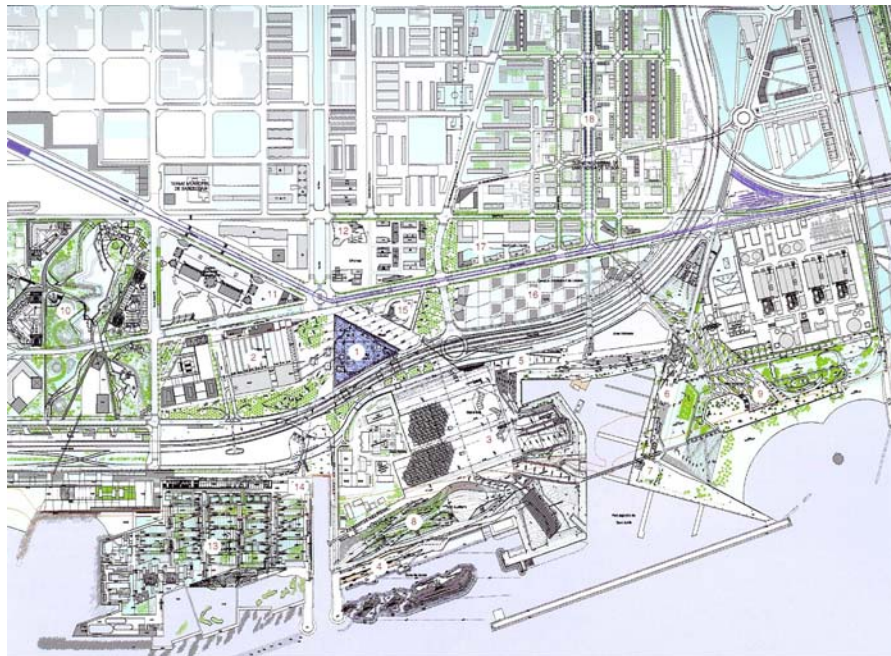


Fig 3: Plano Guía de las intervenciones

La analogía geológica que se establece en este proyecto se refleja en los patios del edificio. Las perforaciones hechas en el volumen prismático se cierran con cristal y representan la aparición de cuerpos cristalinos de una manera verdaderamente natural, se perciben en las maquetas de estudio de volúmenes (Fig. 4). Lo que de alguna manera es recogido luego en el edificio que realiza el mismo despacho para la tienda Prada en Tokio. Una figura fruto de una decisión conceptual, técnicamente realizable pero en cierto sentido 'natural'. Con estos patios se pretendía que la luz traspasase de manera diagonal el espacio interior del edificio de forma continua, lo que se observa en planos y secciones que muestran el recorrido por el edificio suspendido y en algunos renders perspectivas del exterior del conjunto y de la plaza inferior.

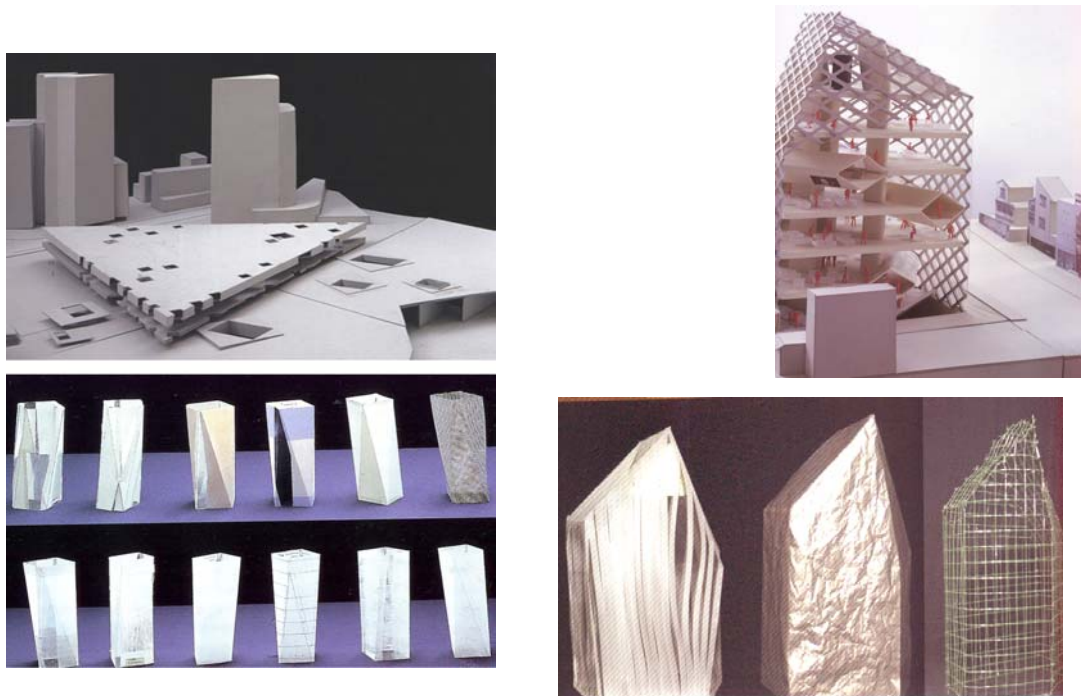


Fig. 4: Dibujo de las perforaciones del edificio triángulo del Forum, maquetas para estudiar la forma estructural del edificio; Tienda Prada, en Tokio.

La referencia a la naturaleza también está presente en la cubierta, que estaría inundada de agua. A esta cubierta líquida, cuyo objetivo es propiciar mayor confort térmico, también los pájaros acudirían a beber agua, y junto a ella brotaría una flora húmeda que marcaría las fachadas del edificio hasta ir disolviéndose en el paisaje natural. Si esto ocurriera el edificio desaparecería de nuevo entre la naturaleza como ha ocurrido durante años con los cristales, piedras rocosas y serigrafías de las paredes de la Fábrica Ricola en Francia. Este proyecto ocupa un lugar destacado dentro de la familia de nuevas construcciones que exploran la idea del edificio como una especie de paisaje social, centrándose así en la geometría oculta de la naturaleza y no primordialmente en la apariencia externa de esta misma.

H&deM utilizan distintos sistemas de representación para mostrar el objeto arquitectónico. Normalmente se presentan con categorías técnicas basadas en dibujos con soporte informático. Nuevamente recurren a varias maquetas físicas como mejor medio de expresión de su obra, acompañadas de algún pequeño montaje que aclare el interior. La base de su expresión para representar el proyecto para el Forum de Barcelona son las maquetas y esquemas realizados con el fin de estudiar la forma del edificio y sus comportamientos estructurales y ambientales (iluminación y ventilación). Para ubicar los edificios normalmente utilizan una fotografía aérea con el edificio introducido a través del software de tratamiento de imágenes Photoshop de manera que sea posible localizar el entorno cercano, una de las preocupaciones centrales de los arquitectos.

Las maquetas oscilan entre los pequeños modelos iniciales acompañados de los croquis, hasta los enormes fragmentos de prueba finales a escala natural. Se requieren maquetas que enseñen los diferentes niveles del proyecto, y el comportamiento de cada planta y su funcionamiento. Las maquetas también muestran los estudios de huecos de iluminación y ventilación. En este caso, el material empleado para la definición del acabado de las fachadas, es un material acrílico proyectado de color azul y de textura rugosa que demuestra, a través de un

modelo a escala 1:1 en la obra para estudiar la forma en que se pretende percibir en el mismo modelo el tamaño del edificio (fig. 5).

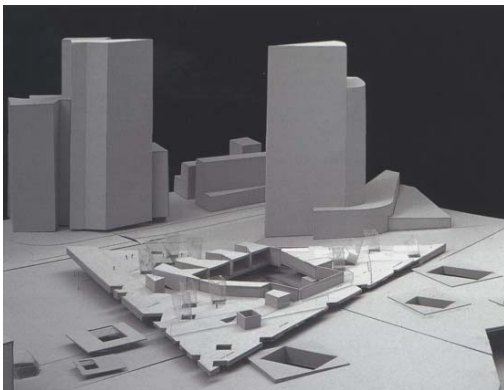
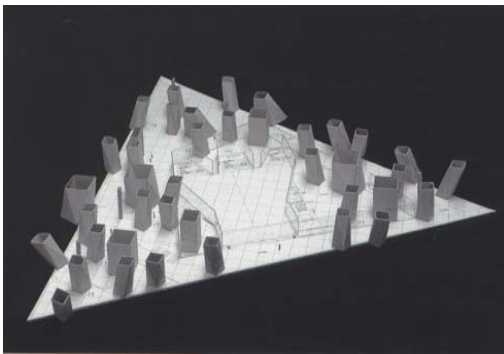
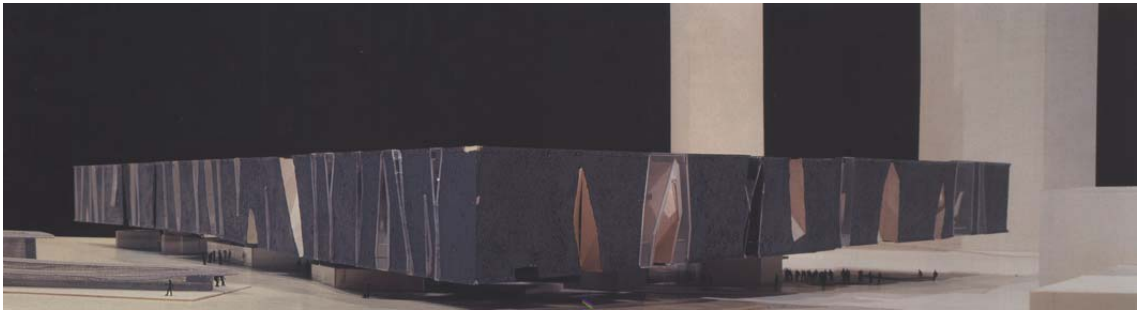


Fig. 5: Maqueta para la divulgación del proyecto, las escalas y entorno, maqueta estudio de los lucernarios, maqueta general de la primera planta y en tamaño natural para mostrar las proporciones, las texturas utilizadas y el comportamiento de la iluminación.

Los sistemas de representación utilizados en los dibujos técnicos y ejecutivos siguen estando basados en proyecciones ortogonales, usando sistemas CAAD para las representaciones de plantas, secciones, alzados y detalles. En las secciones presentan como variables gráficas el color gris y la textura pixelada (Fig. 6), tratados con el programa Photoshop para representar el material rugoso utilizado como revestimiento. Emplean una sección para enseñar las estructuras y presentan una maqueta seccionada acompañando la publicación.

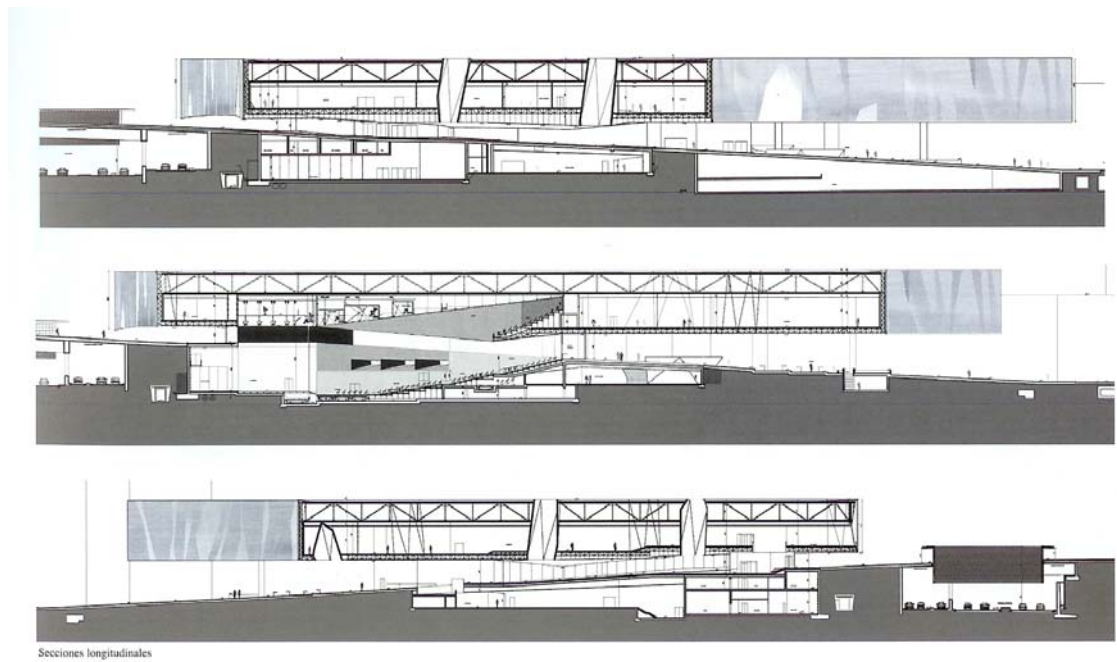


Fig. 6: Representación de las secciones.

El conjunto de los documentos gráficos que definen este proyecto demuestra el carácter representativo de Herzog y de Meuron. Es importante comentar este proyecto pues anuncia también la diversidad que tiene esta firma en una obra que se constituye en uno de los símbolos de la ciudad de Barcelona. Con una curiosa integración de los medios mas tradicionales de representación de la forma arquitectónica con las nuevas tecnologías digitales, conservando una visión muy particular con un sistema de trabajo (y un encargo) radicalmente globalizado.

Las proyecciones axonométricas se limitan a imágenes capturadas de los vídeos para el render del edificio a nivel del volumen. A partir de éste, se sacan informaciones para desarrollar el trabajo y algunas perspectivas sólo se usan para estudiar ciertos elementos en la fase de ejecución de la obra. Otro recurso utilizado para mostrar los documentos gráficos en esta plaza es la introducción de imágenes de personas. De esta forma es posible vislumbrar el impacto en relación a la escala del local (Fig. 7).

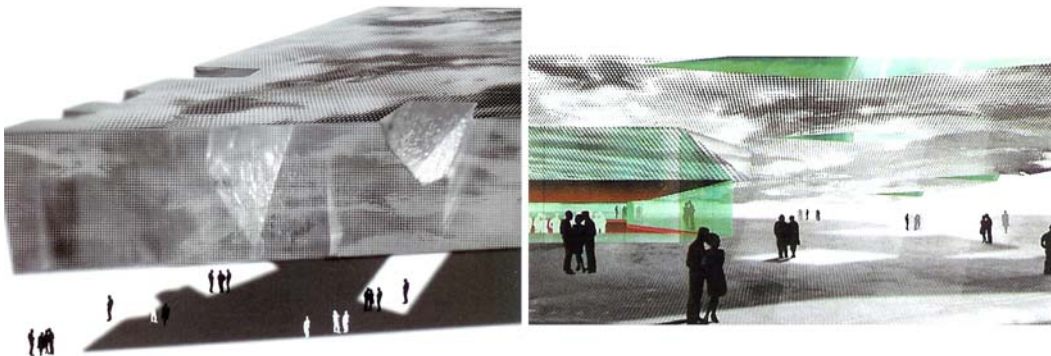


Fig. 7: Render exterior e interior de la plaza del Forum 2004.

2.3 El despliegue espacial del pixel

En los proyectos de Tenerife realizados por H&M, el Muelle de enlace de Santa Cruz y posteriormente el Museo - Centro de Cultura Óscar Domínguez, se reconoce una evolución en las búsquedas tectónicas y representativas de la firma. En este caso la serigrafía de los revestimientos es sustituida por geometrías generadas por ordenador. El edificio se acopla al contexto del paisaje social en el que los recorridos públicos y los suelos en pendiente penetran en diversos puntos. Se construye “la piel” del edificio en el paisaje artificial (que es un muelle), a partir del tratamiento matemático de una referencia artística: “los pixelados ampliados de la pintura pop de Roy Lichtenstein”. Ello es como una plataforma para estudiar los aspectos tridimensionales a partir de la posibilidad de extender y alterar las geometrías para hacerlas tridimensionales y así aplicar este tratamiento en la apertura de huecos de iluminación del edificio, con una resolución realista como en los ejemplos anteriores, cercana a la realidad, sin buscar efectos gráficos de imagen (Fig. 8 a 12).

Según afirman los autores, el ojo humano cuando observa una fotografía de millones de puntos, reconstruye una versión de lo real, “...*esta manipulación digital de la percepción nos interesa enormemente porque abre una nueva puerta a ese mundo más amplio de los temas perceptivos que siempre ha sido objeto de investigación para el estudio HdM....En el caso del puerto de Santa Cruz de Tenerife, esparcimos los pixelados de modo que afectasen a un paisaje real, idea relacionada con la realidad artificial...*”⁶.

⁶ En Willian J. R. Curtis, “*Ensayo La Naturaleza del Artificio*. Una conversación con Jacques Herzog”, El Croquis 109 – 110, Pág. 19, 2003.



Fig. 8: Muelle de enlace en Tenerife – fotomontaje del proyecto.

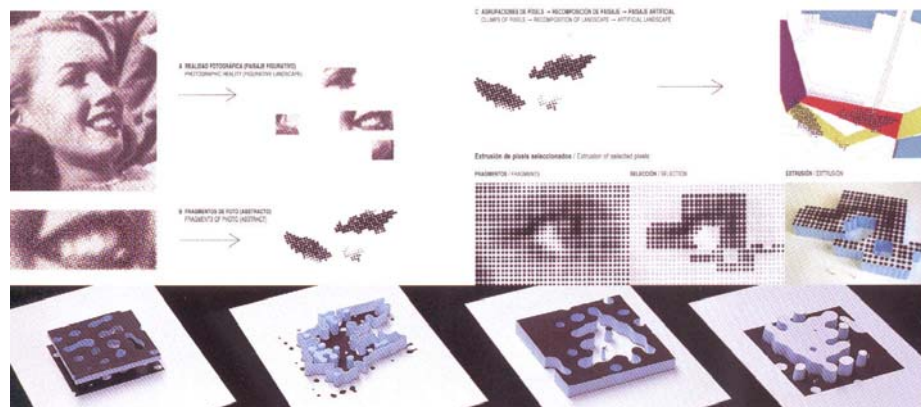


Fig.9: Lamina con el proceso de generación de diseño. Pixelados ampliados de la pintura de Roy Lichtenstein.

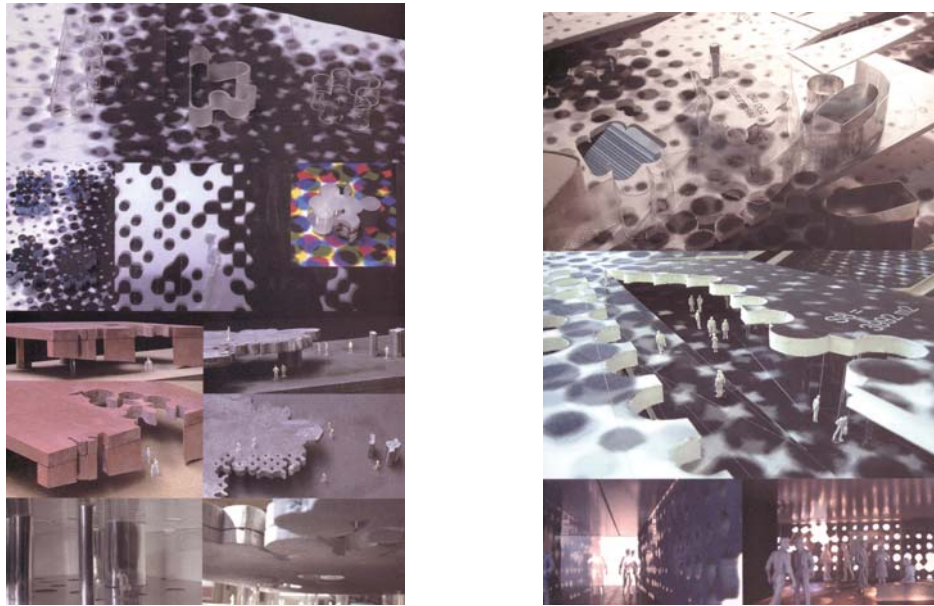


Fig.10: Muestra del proceso de definición de los huecos de iluminación en el proyecto del Muelle en Tenerife.

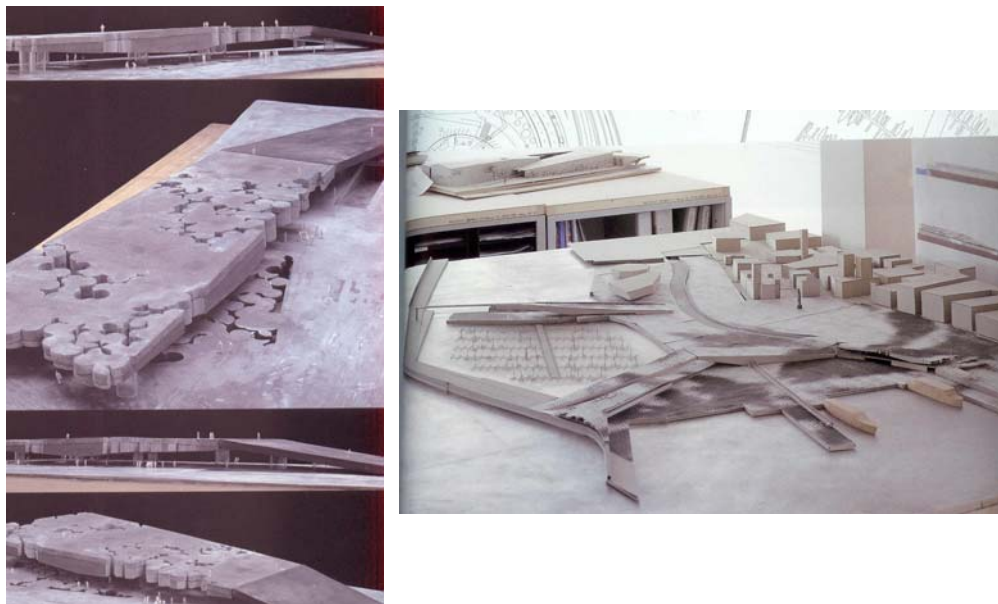


Fig.11: Maquetas volumétricas finales del proyecto del Muelle en Tenerife.

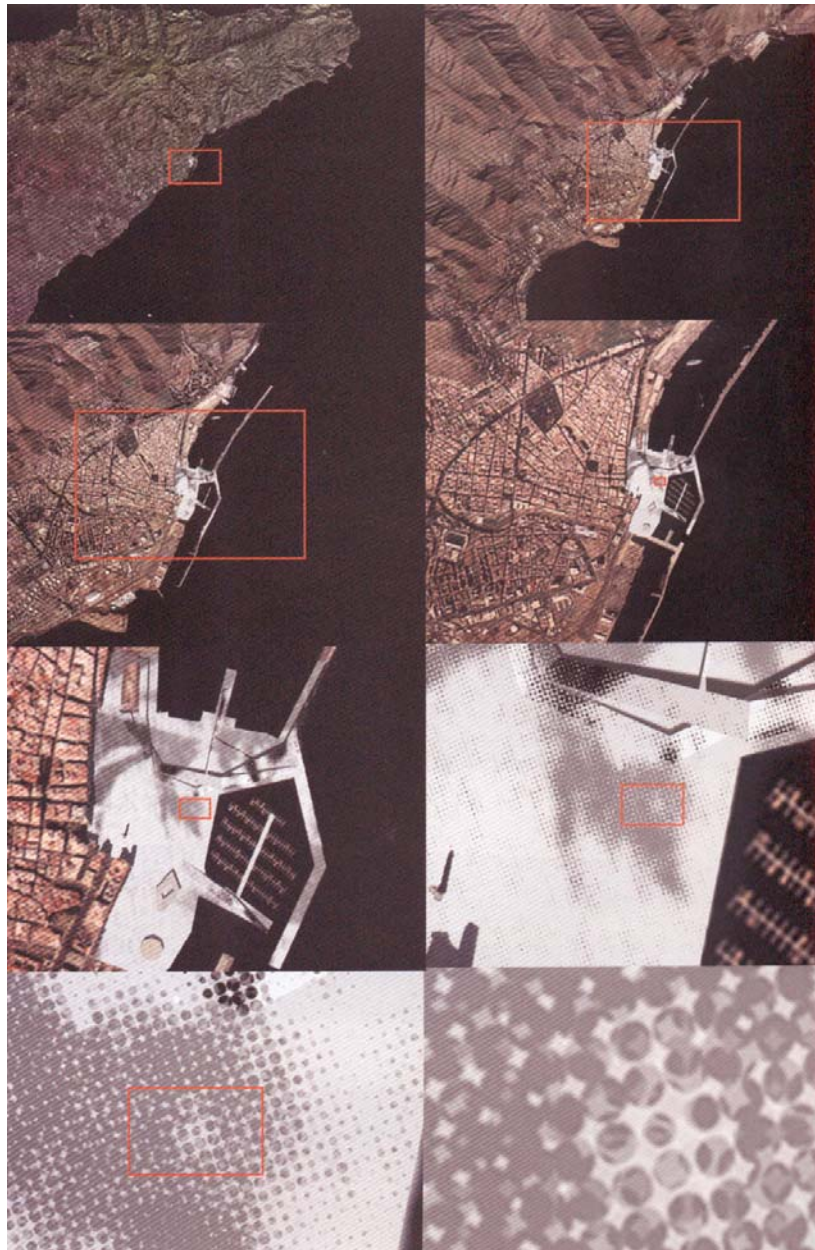


Fig. 12: Imagen_fotomontaje de ampliaciones de lo que se puede observar desde un avión, hasta los píxeles de la malla, que permite la entrada de mayor o menor cantidad de luz en los pabellones o en las calles cubiertas.

La técnica del desplazamiento inherente al collage cubista, muy apreciada por varios vanguardistas de siglo XX, se usa para realzar la percepción del objeto arquitectónico y los materiales con los que está hecho. Al principio, los impulsos expresivos eran controlados, ya que el equipo planteaba configuraciones simples basadas en plantas sencillas con salas rectangulares. Sus nuevas propuestas formales de superficies curvas y cubiertas angulares, requieren nuevas modalidades de representación.

Podemos observar en distintas publicaciones un gran compromiso con la elaboración de maquetas físicas eficaces en el proceso de concepción del proyecto, combinadas con diferentes medios gráficos, desde los croquis y dibujos a mano alzada hasta las fotografías, fotomontajes en collage, esquemas y vídeos. Sus proyectos más recientes, en una fase más madura y acompañan los avances de las nuevas tecnologías, resultando innovadores en su particular expresión arquitectónica.

Respecto a los experimentos con materiales, ahora H&M se apoyan en la biología y la física, explotando con alta creatividad este vínculo con la ciencia. Tal vez no sea intención de los autores la utilización de técnicas nuevas ni espectaculares para la comunicación de sus obras, pero es su incesante búsqueda de nuevas formas de entender los materiales y representarlos expresivamente lo que potencia tanto su obra como la gráfica de la misma.

3 - El collage de las nuevas geometrías



3. El collage de las nuevas geometrías

El software digital, desarrollado tanto para los sistemas CAD como para el tratamiento de imágenes, ha aportado un elemento especialmente útil para muchos arquitectos contemporáneos: la posibilidad de trabajar con capas. Esto permite un nuevo modo de entender la idea de collage, según la cual es posible aislar o yuxtaponer diferentes conceptos estructurales o visuales del proyecto que se trabajan de manera paralela, y elaborar una mayor complejidad manteniendo un máximo control sobre el aspecto final. Es decir, mantener un dominio de las relaciones entre las partes funcionales del edificio y sus efectos visuales. La idea de capas que surge de este tipo de programas ofrece otro aspecto significativo para la labor del arquitecto: aproximan de manera integrada la noción misma de imagen, de fachada estructural o de piel protectora, pudiendo entenderlas como filtros que se superponen unas a otras sin llegar a ocultarse. Un aspecto que ha sido explorado de manera especialmente elaborada y compleja en el edificio Agbar firmado por el arquitecto Jean Nouvel, donde se yuxtaponen sucesivas pieles que dotan a una forma simple de una gran cantidad de sutilezas y variaciones.

Jean Nouvel estudió en la Escuela de Bellas Artes y luego trabajó con Claude Parent y Paul Virilio. El método beaux-arts partía de unas convicciones generales (o abstractas) para luego tomar rápidamente una postura determinante frente a un problema (el proyecto arquitectónico). La falta de un estudio analítico potente para encontrar las razones concretas que desarrollaran el proyecto hizo que Jean Nouvel pusiera en tela de juicio el método de la Escuela. Esto le llevaría a la búsqueda de un método personal, lo que se ha llamado la “fabricación de conceptos”. El modo de fabricar un concepto, según palabras de Nouvel, es el análisis. Un análisis exhaustivo de un problema concreto para luego escoger de manera selectiva unos fragmentos que, re combinados y perfectamente cohesionados, darán lugar a un objeto nuevo, aparentemente ensimismado pero que estará en un diálogo discontinuo con su contexto.

Aplicado a la Torre AgBar (Fig. 1), el análisis del contexto geográfico, histórico, cultural y urbano más o menos cercano a su emplazamiento produce una acumulación de significados discontinuos que, ensamblados, acaban por configurar el edificio. Así, un fenómeno natural: un géiser; un accidente topográfico: Montserrat; una conexión con la arquitectura catalana: Gaudí; una asociación material contemporánea: el desvanecimiento; o una técnica constructiva tradicional: la seriación modular, son los elementos intelectuales que construyen la torre AgBar.

Por otra parte está el tema de la escala de los edificios. Jean Nouvel reconoce que la sentencia de Michel Foucault: “la imagen debe salir del cuadro” (en “Las palabras y las cosas”) marcó su pensamiento y por eso defiende que el objeto arquitectónico debe desbordar su marco. En el caso de los rascacielos este aspecto es evidente. Por ejemplo, la Torre Sin Fin, tiene unas dimensiones excepcionales. Es más, en este proyecto en La Défense de París, Nouvel pretende que el observador no acabe de percibir dónde acaba la torre, utilizando un remate de cristal y acero que desmaterializa su límite.

Este es otro concepto recurrente en la obra de Jean Nouvel: la desmaterialización de la arquitectura. Por supuesto que la materia no ha desaparecido literalmente de sus edificios. Estos siguen construyéndose con los elementos físicos necesarios. Lo que Nouvel pretende es que el observador perciba los ambientes sin advertir el sistema material que los ha generado. En relación a esto el propio Nouvel elabora el concepto “mono-material” que definiría el efecto perceptivo creado por ese sistema material (que, como es lógico, en realidad está formado por variedad de materiales). Esta manipulación de la percepción hace de la arquitectura un instrumento superpuesto al cuerpo que permite ecualizar y amplificar las emisiones del mundo exterior.



Fig. 1: Render de la torre Torre AgBar, Barcelona, 1999.

3.1 Luz y Cromatismo

En la torre AgBar (Fig. 2) asistimos a los dos fenómenos expuestos en los dos párrafos anteriores: el cambio de escala y la desmaterialización perceptiva del edificio. El cambio de escala responde a las convicciones de Nouvel que ya hemos explicado sobre la manera de entender la arquitectura como un acontecimiento, como algo singular y que, por lo tanto, tiene que resaltar sobre lo demás. En relación a este fenómeno¹ se justifica la fachada como resultado de ese agrandamiento exagerado de la Torre: *“...la fachada se compone mediante la repetición de un módulo de 92,5x92,5 cm. que se combina según unas variables: el tamaño del hueco, el color, la transparencia y la inclinación de las lamas de cristal. La agrupación de estos cuadrados genera un conjunto que se asemeja a la manera en que se generan las imágenes informáticas: por píxeles. Cuando aumentamos excesivamente el tamaño de una imagen, la vemos “pixelada”. De este modo, en la torre habría pasado algo parecido: al hacerla más grande su fachada se ha “pixelado” también.”*

Jean Nouvel aplica en la torre AgBar sus preocupaciones respecto los límites de la materia, la percepción de su peso, etc. Según sus propias palabras quiere transmitir una sensación de inmaterialidad y fragilidad. Así, la forma, que ha sido generada por unos elementos precisos (la placa de vidrio, el montante y la fijación) perceptibles de cerca, cuando el observador está a una distancia suficiente solo percibe un volumen vibrante del que no se reconoce su constitución.

La torre AgBar se sitúa en un cruce de caminos. Es un hito en la plaza de las Glorias confluencia de la Av. Diagonal, la Av. Meridiana i la Gran Vía (Fig. 2 y 3), remitiéndonos a lo que Cerdá había proyectado como nuevo centro urbano en su plan general de Barcelona.

¹ Tesis de Doctorado: *Control gráfico de formas y superficies de transición* / Isabel Crespo Cabillo
Director: Joan Font i Comas PUBLICAT: [2005] <http://www.tdx.cesca.es/TDX-0317105-171559/>



Fig. 2: Imagen del impacto visual y su entorno del modelo_ render color de la Torre AgBar.

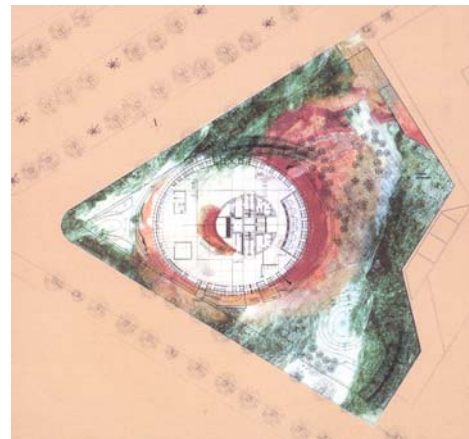
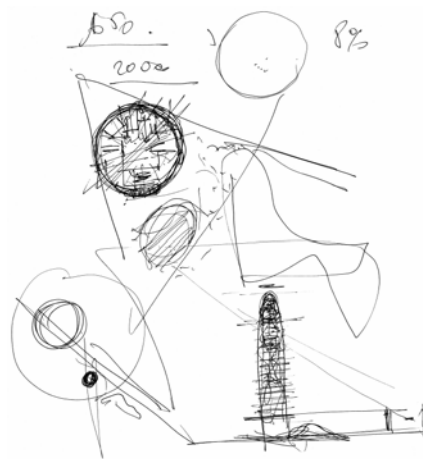


Fig. 3: Croquis conceptual y implantación del proyecto de la Torre AgBar.

Se resuelve con una figura simple, de planta oval i rematada con una cúpula. Su fachada continua, sin aristas, y la forma de óvalo hacen que se acomode bien a la singular esquina que ocupa. Además, esta forma atípica hace que sea un edificio reconocible y le da el carácter emblemático propio de un edificio que ha de ser sede de una corporación.

La fachada de la torre se compone de diversos materiales que forman una doble piel. De este modo se genera un filtro variable que se adapta a las distintas partes del edificio. Hasta la planta 25 la piel interior está formada por un muro de hormigón en el que se han abierto huecos siguiendo una organización compositiva de inspiración fractal. El número de ventanas es variable en función de la orientación de manera que la densidad de huecos orientados a norte es máxima mientras que la densidad de huecos a suroeste es mínima (Fig. 4).

A partir de la planta 26 hay una cúpula formada también por dos pieles de cristal que es a la vez fachada y cubierta. Está soportada por una estructura autoportante de perfiles de acero. La piel exterior (ya sea la que cubre el muro de hormigón o la que forma parte de la cúpula) está compuesta de lamas fijas horizontales de vidrio laminado con distintas inclinaciones según los requerimientos de las distintas partes del edificio. Se combina vidrio transparente claro y extraclaro con vidrio impreso de manera que se consiguen diversos grados de transparencia. Las lamas de vidrio impreso se colocan delante de las partes macizas del muro y las lamas de vidrio transparente se ponen delante de los huecos de manera que se permita la visión desde el interior hacia el exterior. La relación visual con el exterior es un punto importante del proyecto ya que Nouvel hace un estudio de las diferentes vistas que se tendrán desde la torre. Los puntos de referencia a los que apunta su mirada son el Parc Güell, la Sagrada Familia, el mar Mediterráneo, la Barceloneta o el Port Olímpic (Fig. 5).

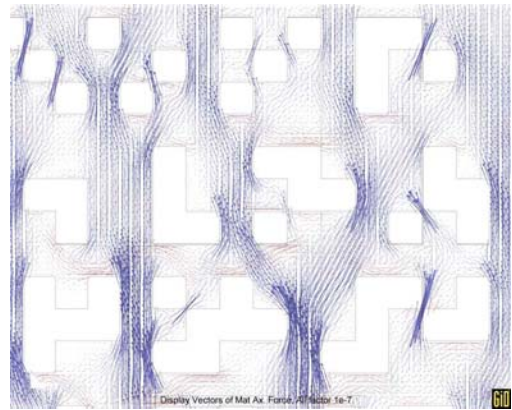
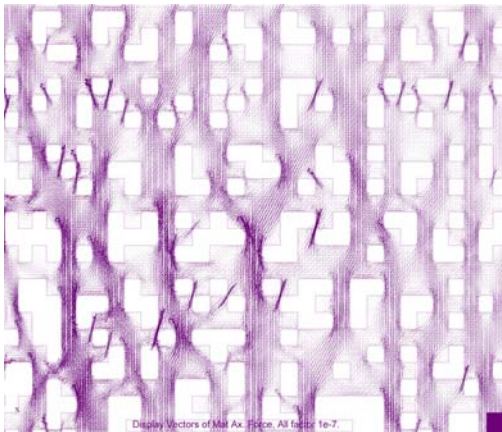
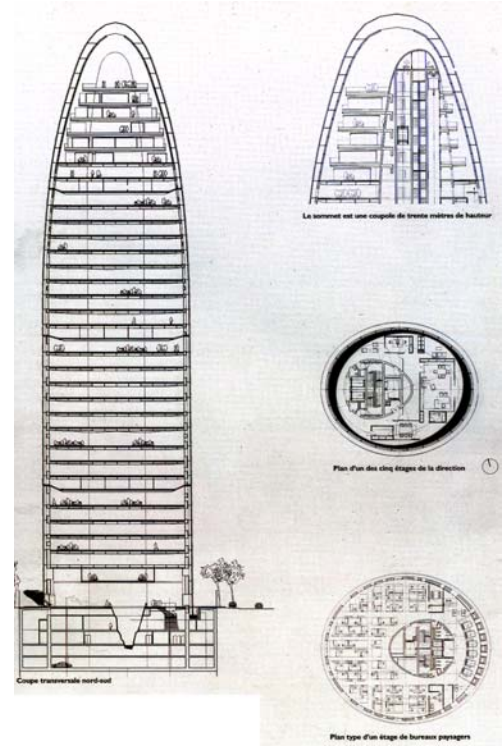


Fig. 4: Imagen fotográfica de la autora; plantas y secciones; y representación mediante programas informáticos de la transmisión de cargas verticales a través del muro de hormigón para desarrollo de la “piel”, se observa el desvío de las cargas cuando éstas llegan a un hueco.

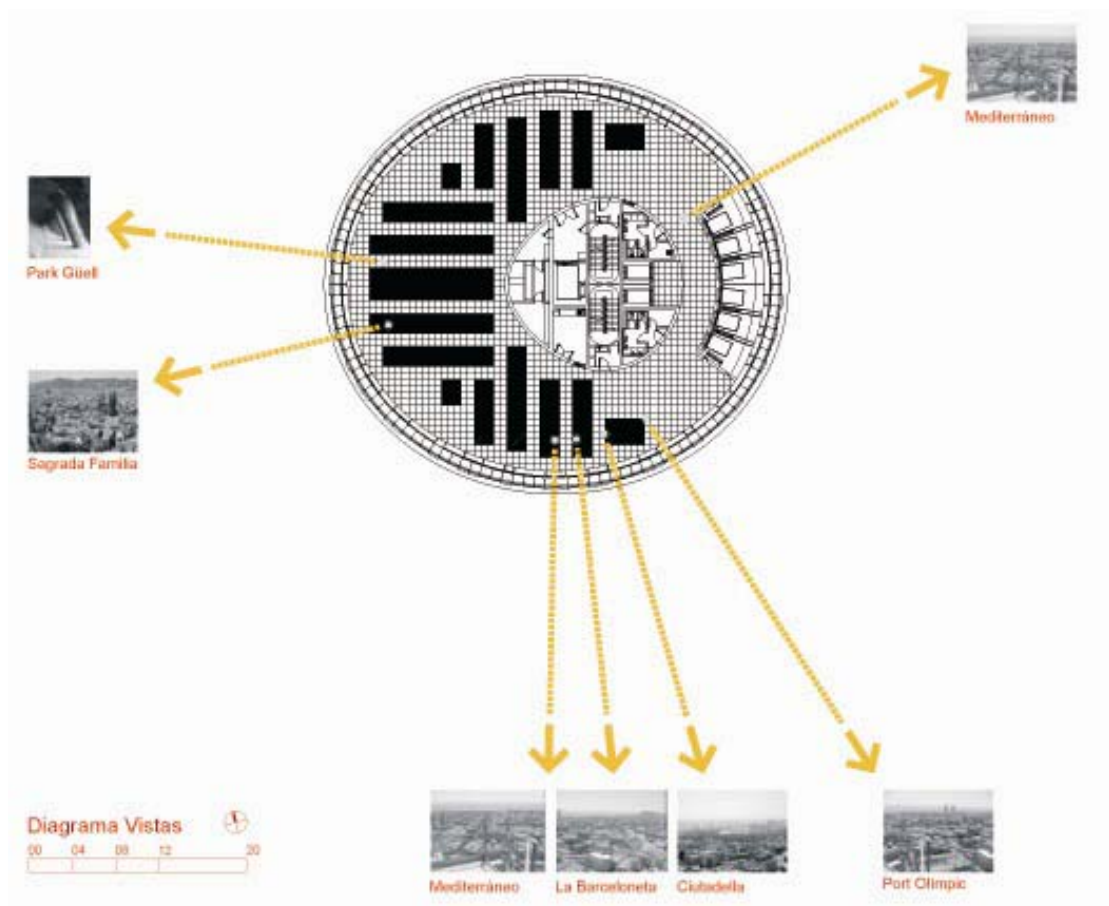


Fig. 5: Diagrama de vistas desde una planta tipo.

Con el sistema de la piel exterior se ejerce un control lumínico y visual de los espacios interiores con la intención de crear unas atmósferas adecuadas a la actividad de cada espacio de la torre. Estos ambientes se representan mediante sistemas de renderización para aproximarse al máximo al resultado deseado (Fig. 6).



Fig. 6: Los renders expresan el efecto perceptivo que Jean Nouvel busca con su arquitectura.

En la cara exterior del muro de hormigón se pone un revestimiento de chapas onduladas de aluminio lacado en 25 colores diferentes y chapas de acero inoxidable pulido brillante (Fig. 7). La combinación de estas chapas hasta la planta 25 (que es donde acaba el muro de hormigón) genera un degradado cromático que será matizado por la capa de lamas de vidrio. Sobre algunos módulos de vidrio de la piel interior de la cúpula se han aplicado serigrafías de distintas intensidades y films adhesivos formando rectángulos de color que dan continuidad al tratamiento cromático de la fachada inferior. Además configuran zonas de vidrio transparente similares a los conjuntos de ventanas del muro de hormigón.

El color y la textura de la piel interior matizados por las diferentes inclinaciones de las lamas y por los diversos tipos de cristal de la piel exterior dan como resultado un conjunto de transparencias, colores y brillos variables según varios factores entre ellos, el de la innovadora iluminación nocturna, que hace que varíe el cromatismo de la fachada de forma significativa (Fig. 8). La posición del observador, la hora del día, la orientación o las condiciones climatológicas son las variables que intervienen en la imagen cambiante del edificio y, en consecuencia, en su percepción.

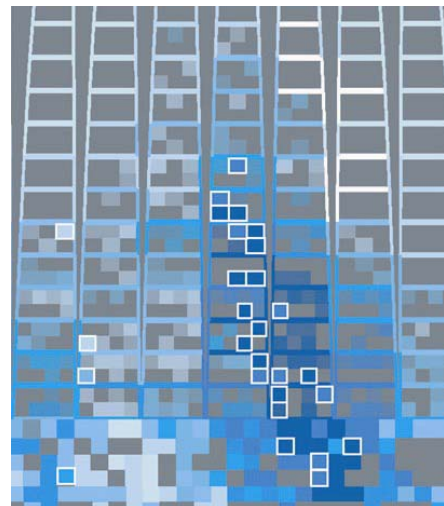
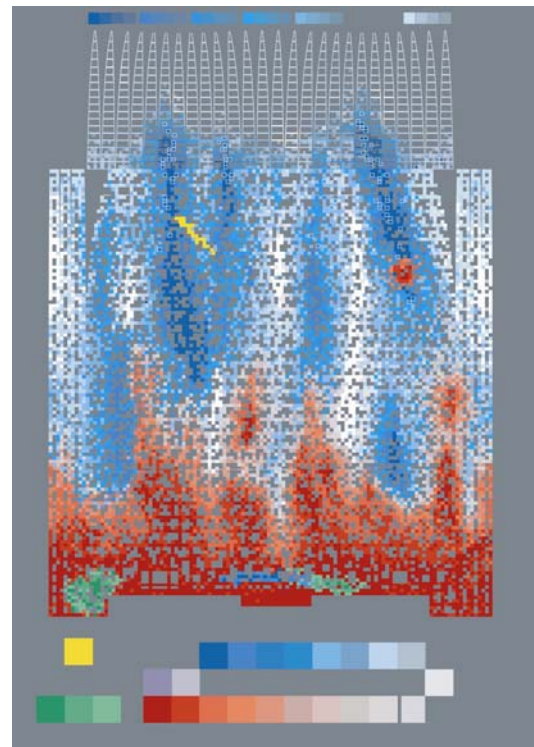
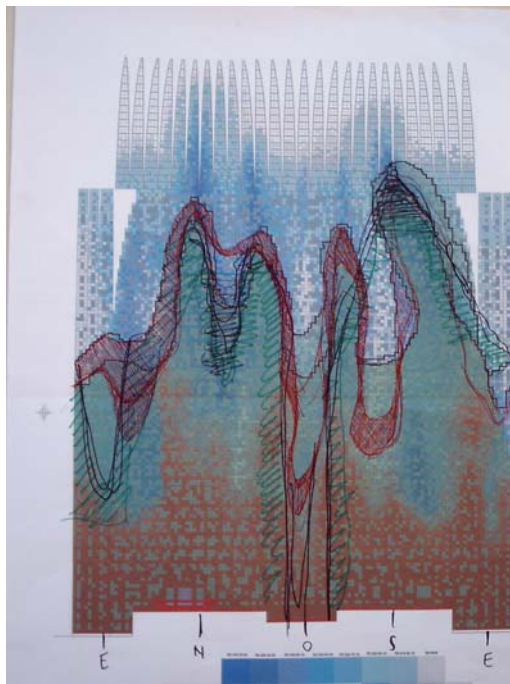


Fig. 7 y 8: Desarrollo de la fachada con estudio de colores y detalle de los módulos de cristal de la cúpula, la proporción de zonas transparentes de la piel interior aumenta con la torre hasta hacerse totalmente transparente en la coronación.

3.2 Imágenes proyectadas

Otro ejemplo de esta dinámica o aportación es el proyecto del Museo Quai Branly (Fig. 10) obtuvo el primer premio en el concurso para un museo en París sobre las primeras civilizaciones de África, Asia, América y Oceanía.

Según Nouvel, los objetos antiguos que acogería el museo “poseen una significación particular sobre las civilizaciones vivas [...] y son objetos desarraigados”. Es decir, estos objetos son el recuerdo material que queda de los orígenes de las civilizaciones y, por lo tanto, son de gran valor simbólico. Por otra parte, son piezas “desarraigadas” porque han sido extirpadas de sus lugares de origen para ser expuestas de manera masiva en el museo. El hecho de ser un museo en París, capital de un país occidental, y de acoger piezas de la historia de culturas no occidentales podría inducir a la incorrección de crear un espacio de arrogancia y de demostración del poder cultural occidental.

Con este análisis de un contexto puramente simbólico, Jean Nouvel tomaría una decisión también de orden simbólico. La intención era crear un lugar ambiguo que sugiriera que el espacio había sido creado para albergar esos objetos de manera que continuasen teniendo vida y también mantuvieran un diálogo con el propio espacio.

Si en el Instituto del Mundo Árabe el interés estaba en recrear la luz interior de la arquitectura árabe, en el Museo Quai Branly había que recrear el espacio propio de esos objetos de otras culturas pero, eso sí, sin entrar en el pintoresquismo o la literalidad. Para generar ese espacio más acogedor y más significativo simbólicamente, Nouvel haría un trabajo de penumbras, visiones borrosas y elementos vegetales.



Fig. 10: Fotomontaje con la ubicación del Museo Quai Branly (1999).

Una vez más, mediante estos mecanismos se quiere ejercer una manipulación en la percepción del observador. Como se observa en los renders (Fig. 11), las fachadas parecen desmaterializarse para reducir el edificio a un refugio en medio del bosque. En la vista del interior, vemos el resultado de ese trabajo con la penumbra. Espacios tratados con una luz tenue, casi con cierta oscuridad, para evitar ser agresivos con la fuerza significativa de los objetos que albergan. Una oscuridad simbólica, claro, que nos remite al origen de estos objetos, que es la prehistoria, la noche de los tiempos.

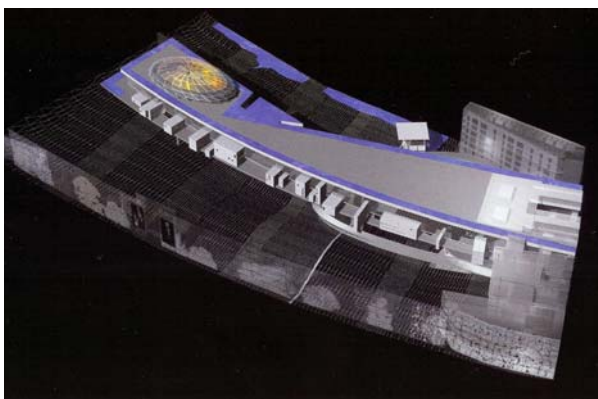


Fig. 11: Renders vista superior, de la fachada y del interior del Museo Quai Branly (1999).

La Radio Danesa quería construir La Filarmónica de Copenhague, un complejo formado por una sala sinfónica, una casa para músicos, salas auxiliares, estudios de grabación, etc. en un contexto algo complicado. El lugar estaba en un barrio en desarrollo de Copenhague (casi una pequeña ciudad) en el que únicamente había una línea de metro en superficie y algunos bloques de viviendas lejanos.

Ante la complejidad de construir en un entorno todavía sin consolidar, Nouvel se cuestiona sobre cuál debe ser el proceso de asentamiento del proyecto en ese lugar. Si no es razonable apoyarse en un contexto urbano que no puede aportar referencias claras (porque todavía no existe), Nouvel decide razonar a la inversa, es decir, construir un artefacto que se imponga con su presencia y que sea capaz de aportar cualidades al futuro incierto de ese entorno urbano.

De este modo, el proyecto para la Filarmónica de Copenhague se entiende como una pieza autónoma y ensimismada (por lo menos hasta que su alrededor se consolide). La sala de conciertos es un gran caparazón de madera que levita sobre el suelo y que está protegida por una caja de plexiglás y vidrio. En el interior hay una calle dominada por una plaza cubierta en la que se abren comercios y un bar restaurante. Se genera un paisaje interior (con patios y terrazas plantados con vegetación variada) y a la vez se permite observar el paisaje exterior a través de las fachadas, que son filtros ligeros transparentes en ciertos puntos.

Pero el espacio ya no puede entenderse exclusivamente desde el punto de vista geométrico. Esta geometría queda “destruida” mediante sistemas que afectan directamente a la percepción: reflexiones, sombras, transparencias, claroscuros. Así, la piel exterior de la caja se convierte en una pantalla de proyección de imágenes y de luces programadas. La aplicación de estos mecanismos hará que el paralelepípedo cambie según las luces de la noche y el día y serán la expresión de una intensa vida interior, reflejo simbólico de la autonomía del edificio frente a su entorno y de la voluntad de aportar nuevas cualidades al lugar del que forma parte (Fig.12 y 13).

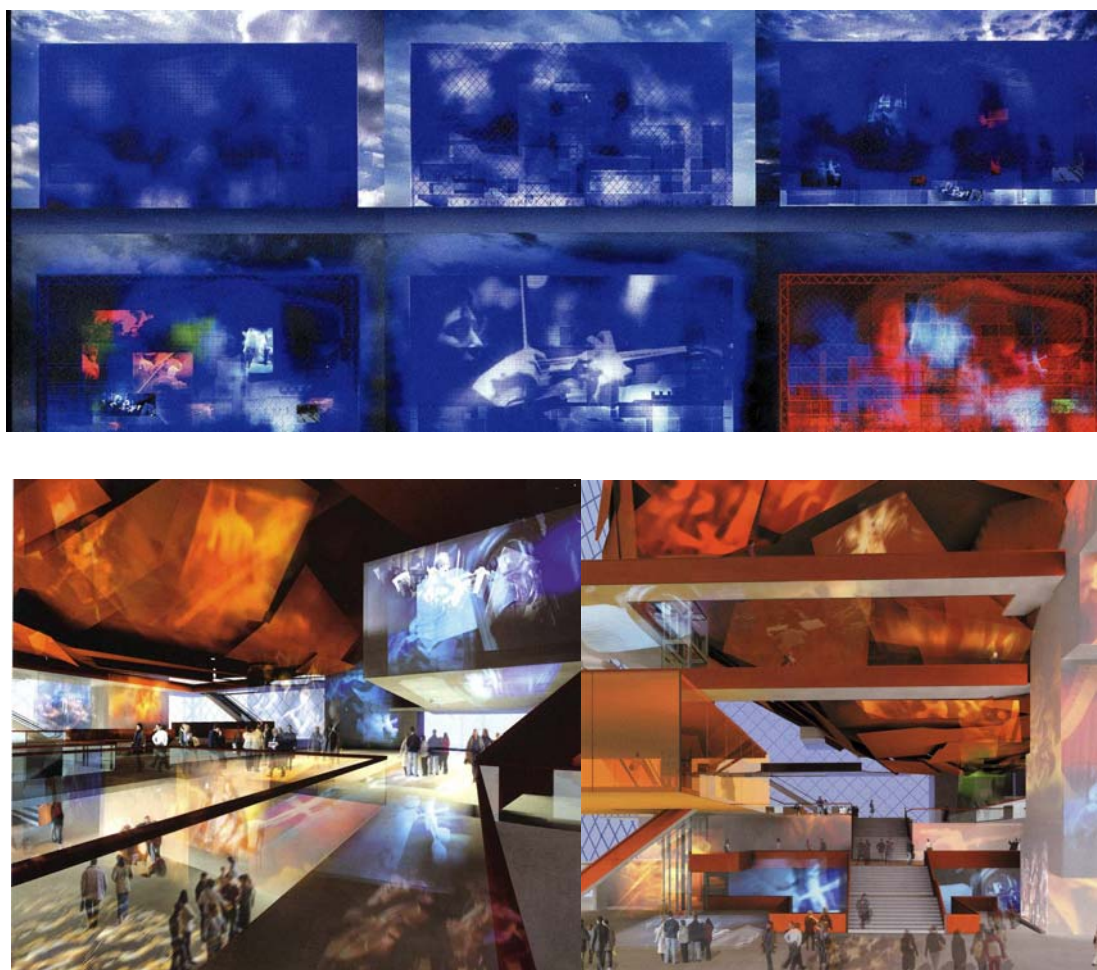


Fig. 12: Render exterior de la sala de conciertos, pantallas en la fachada y renders espacio interior de la Filarmónica de Copenhague (2002).

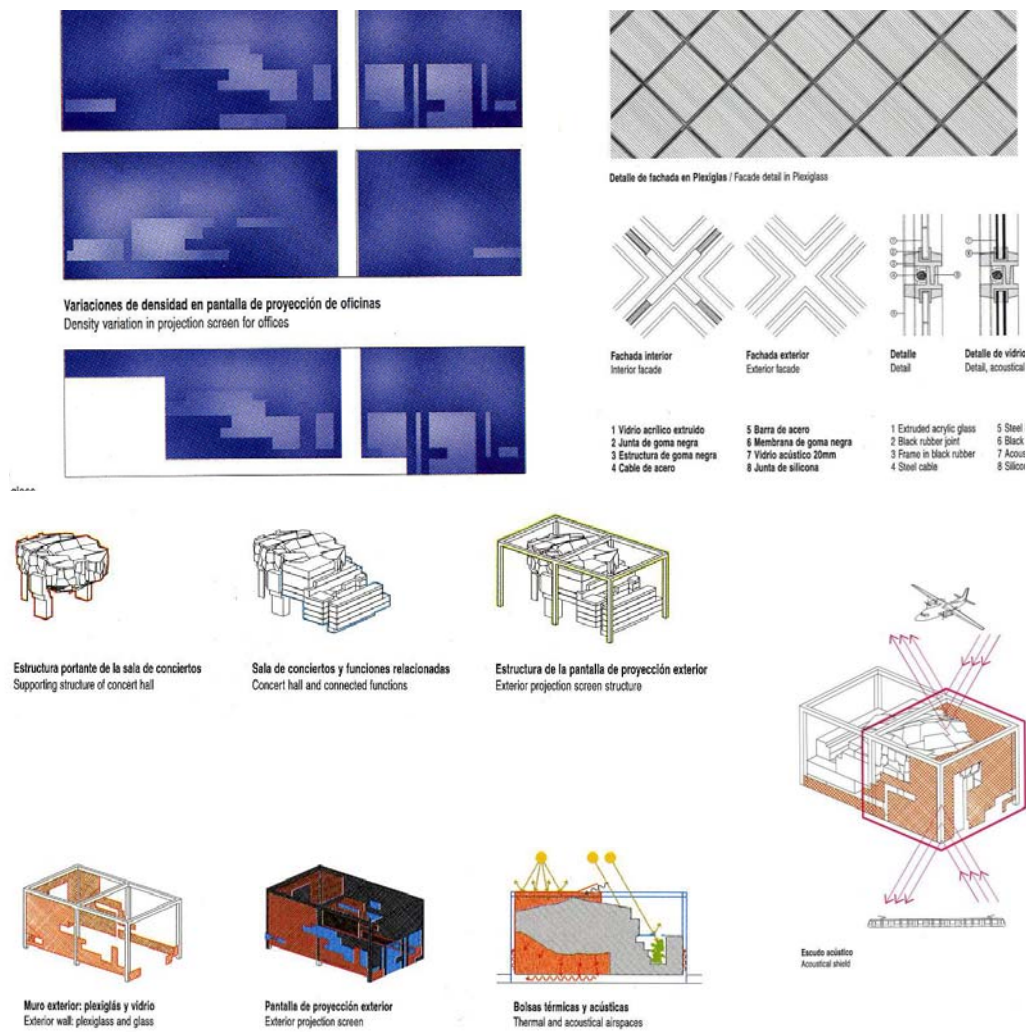


Fig. 13: Diagramas y esquema procesos de construcción de la estructura, pantallas y acústica , de la Filarmónica de Copenhague (2002).

4 - Forma y abstracción



4.1 Procesos Combinados

“Para mí, idear el proyecto es estar al lado de la representación, de la exhibición o de la demostración. Los elementos concebidos, ideados, no necesariamente se han dibujado, y esta indeterminación crea articulaciones, espacios abiertos que conservan la dinámica y la flexibilidad del trabajo.”

Dominique Perrault¹.

Está claro que los ordenadores han revolucionado la arquitectura, dando lugar a distintas posibilidades gráficas pero también a propuestas materiales y conceptuales que están provocando un cambio en los paradigmas de la profesión. Muchas de estas renovaciones se reúnen en algunas obras que presentan aparentemente formas convencionales, pero aplican un proceso y un tratamiento que abordan novedosos desafíos. Por ejemplo, el juego de transparencias en los proyectos de Dominique Perrault genera una combinación de volúmenes contundentes con una gran sutileza en las fachadas.

Se puede afirmar que Dominique Perrault (Clermot-Ferrand, Francia, 1953) tras haber ganado el concurso para la Biblioteca Nacional de Francia (Fig. 1 y 2), se lanzó al panorama arquitectónico contemporáneo mundial. La construcción de este edificio de grandes dimensiones, una de las mayores obras realizadas en los últimos 25 años en París, se manifestó no sólo como un proyecto que contribuyó a crear la imagen de la periferia de la ciudad, sino como una nueva propuesta de concepto de biblioteca y de volúmenes que lograban monumentalidad con una significativa abstracción.

¹ Migayrou, Frederic. *Conversación con Dominique Perrault: Arquitectura Computacional*. Revista El Croquis, nº 104, pag.13.



Fig. 1: Vistas fotográficas generales de la Biblioteca de Francia.

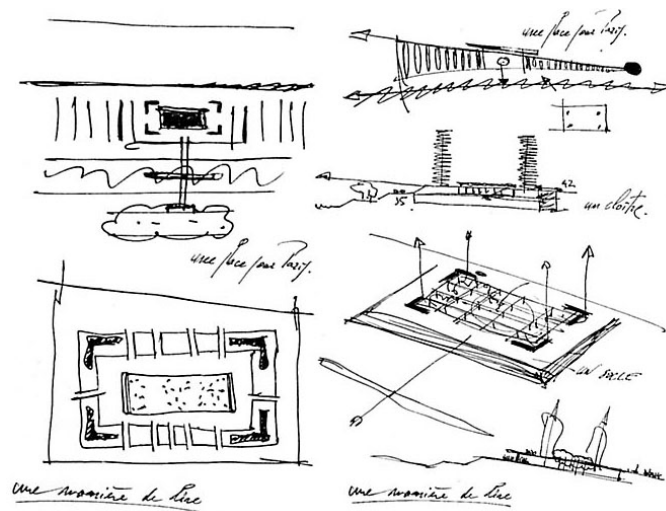


Fig. 2: Croquis de ideación de la Biblioteca de Francia.

El trabajo de Dominique Perrault está caracterizado principalmente por el uso de materiales industriales, mallas que sirven como una “piel” al edificio que dan un singular efecto visual a las formas². Logrado a través de procesos que recogen diversos cuestionamientos y técnicas contemporáneas, como también por un determinado lenguaje arquitectónico orientado a las abstracciones y surgido de estos propios procesos de diseño.

Perrault inventa realmente las fuentes de una arquitectura que se aleja, tanto en sus medios como en sus objetivos, de los presupuestos de la disciplina. Huir de la disciplina de la arquitectura es denegarle toda identidad preestablecida, cuestionando cualquier principio de identificación que normalice la práctica arquitectónica, y rechazando los procedimientos que la caracterizan. Pone en evidencia los elementos formales y estructurales que caracterizan a una gran mayoría de sus creaciones y que se encuentran relacionados con el uso de los materiales, la inclusión del entorno natural y la simplicidad de la forma.

² Migayrou, Frederic. *Conversación con Dominique Perault: Arquitectura Computacional*. Revista El Croquis, nº 104, pág.12.

El minimalismo defendido por Perrault no es un estilo o una simple voluntad formal. Es un materialismo determinado que busca la complejidad del mundo industrial como un campo abierto, disponible. Minimalismo significa también 'neutralización'. Si Perrault asimila en un primer momento arquitectura y escritura es porque quiere encontrar un ámbito de prioridad, un valor de lo neutro que precede y condiciona toda expresión. El concepto de 'proceso' defendido por el autor excede en gran medida el sentido que se le había dado en el arte conceptual. La preocupación por el proceso es ante todo una manera de dar singularidad a cada uno de los elementos comprometidos con el proyecto arquitectónico. El arquitecto empieza siempre por un trabajo de especificación en el que aísla los elementos, tratando de extraer de cada uno de ellos las cualidades que lo definen. Esta especificación engloba la totalidad de las identidades integradas -objetos industriales, esquemas de construcción, materiales, medio natural, etc.- y genera una complejidad que engloba los elementos físicos con las cualidades plásticas y funcionales. El ámbito industrial y el medio natural se funden.

Perrault asume que la concepción arquitectónica y la ejecución de la arquitectura necesitan del medio gráfico digital para comunicar, y aprecia la importancia de una correcta expresión de los pensamientos arquitectónicos, pero observa que en muchos casos, lo que fue representado, no siempre queda igual en la obra construida.

Se puede afirmar que los proyectos de Dominique Perrault tienen una expresividad gráfica personal muy fuerte, caracterizada por los fotomontajes y las perspectivas, con énfasis en las sombras, texturas, colores en el diseño gráfico y volumétrico. Integrando inusitadamente los recursos convencionales como maquetas, bocetos y recortes (incluso trozos de materiales), con el fotomontaje digital, los modelos tridimensionales y los renders acabados. En una mezcla indistinguible, y también algo alejada de la realidad final de la obra, que habla de un proceso de diseño conducido por conceptos espaciales mas que por resultados o herramientas.

4.2 Deslizamiento del Volumen

En la torre de 120 metros de altura del Hotel Nueva Diagonal en Barcelona (2001-2004), le interesó mucho a Perrault la capacidad de algunos artistas para crear un estado de vibración y la aplicación del mismo en una fachada de manera perpetua. En este caso acentuó aún más con las mallas, con el límite del cerramiento, de su segregación, jugando para ello con los aspectos definidos por los usos dinámicos de la fachada. Los renders son el recurso primero para la representación tanto de interiores como de exteriores. Si bien en los primeros interesa una imagen más detallada y que explique el ambiente que se vive, en los segundos tienden más a un carácter global del edificio, prestando atención a brillo y transparencia de día y la luminosidad de noche.

Dos maneras de entender la naturaleza de Barcelona han dado lugar a la concepción del proyecto. Por una parte, la base del edificio se inserta en la ciudad horizontal, definida por regularidad del plan Cerdá y, por otra, el cuerpo del mismo se inserta en la ciudad vertical de la Sagrada Familia, las torres de la Villa Olímpica y los barrios que trepan por la montaña junto a la torre de telecomunicaciones y el Tibidabo. Esta morfología crea un juego de volúmenes, con un edificio 'cubo' como contrapunto detrás de la torre, y con la torre misma, un paralelepípedo rectangular dividido en dos longitudinalmente, con una de las mitades desplazada hacia el cielo.

Esta disposición de formas elementales establece signos de identidad del edificio: un vuelo a 25 metros de altura, a modo de logia, señala la entrada del hotel; una llamada de atención en forma de voladizo crea una 'cresta' en la silueta de la ciudad vertical. De este modo, se origina un nuevo punto de referencia en la parte nueva de la Diagonal, con la silueta de la torre destacando en el cielo (Fig. 3).



Fig. 3: Imagen implantación del edificio en la Av. Diagonal, Barcelona.

Los croquis iniciales y los primeros esbozos o dibujos apuntan un tipo de diagnóstico que define las líneas de tensión. Estableciendo por vez primera en su obra una trasgresión a la simplicidad formal, con un deslizamiento de los volúmenes en vertical, que establece un acto de suspensión momentánea y anti-estática de la obra. Este desafío estructural, dramatizado por el disposición y tratamiento de fachadas, parece recoger el dinamismo de la nueva urbanización y de la propia actividad hotelera, pero también cierta evolución en los conceptos de Perrault. Sin abandonar la rotundidad de la forma y la sutileza de las fachadas, que plantean un particular vivencia espacial.

Las categorías de organización, fuera de toda jerarquía de escala, organizan tanto el edificio como el conjunto del territorio. Ciertos dibujos que suponen un hito en la obra de Perrault cuentan con una simplicidad desconcertante pues reorganizan el conjunto

de las maneras de hacer y de aprender un programa. El esquema ya no tiene para él el valor de algo previo.

La maqueta es uno de los medios más fuertes de expresión (Fig. 4), pues a través de ella se pueden mostrar dimensiones, formas, texturas, colores. Así la utiliza Perrault, buscando desplegar todo su talento a la hora de proyectar, enseñando su lado más convincente y realista. Por lo tanto, la maqueta en su trabajo no solo es una herramienta de representación acabada de los proyectos, sino que un excelente medio de exhibición.

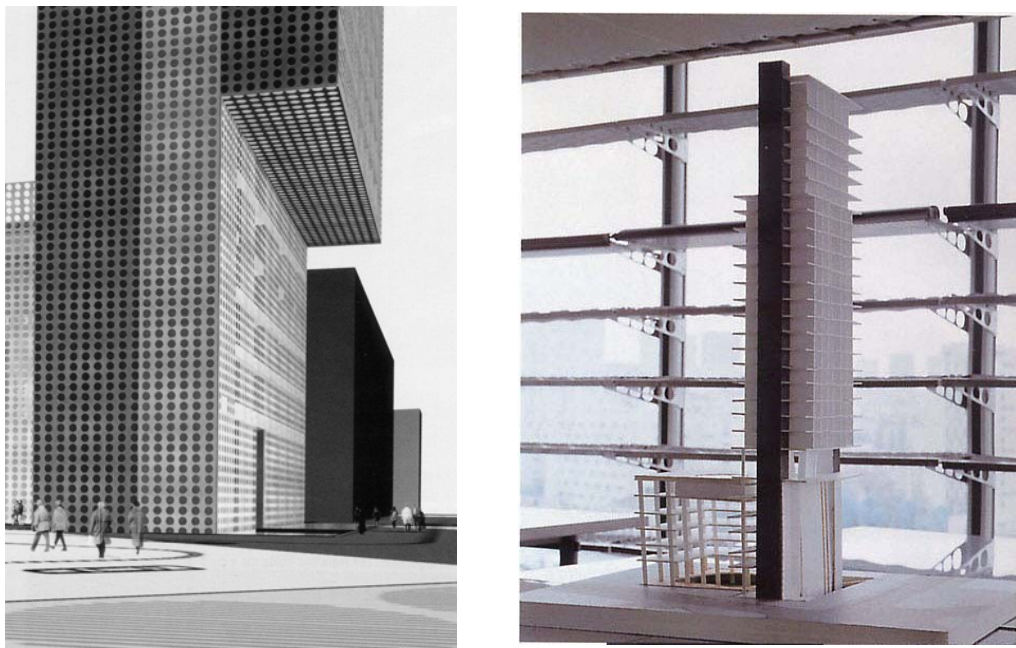


Fig. 4: Maquetas digital y física del volumen.

Este tipo de maquetas ejercen un papel muy importante pues con ellas, es posible enseñar con medios sencillos y materiales moldeables el efecto plástico y espacial mediante contrastes en la forma, tamaño y orientación, buscando apreciar de la manera más real posible el resultado. Se puede decir que la maqueta conceptual realizada por Perrault es como una maqueta espontánea realizada en general de manera fácil y rápida y con los más diversos materiales. Ya en la maqueta definitiva, se observa la preocupación con las relaciones plásticas espaciales del proyecto, pero sin los detalles formales definitivos. En esta él desarrolla y comprueba la relación con la edificación existente y el espacio circundante (Fig. 5).



Fig. 5: Render de presentación del proyecto y modelo definitivo con la elección del material de fachada, participación de AIA- Salazar . Navarro – www.arquitectoniques.com.

Estas pantallas se articulan por un conjunto de pantallas más pequeñas que forman un 'muro de imágenes'. El resultado es que el edificio queda revestido por un caparazón de placas de aluminio perforadas por grandes huecos circulares. Es una envolvente viva porque juega con la luz: brillante en una cara, en sombra la otra, transparente en las esquinas de la torre, opaca y cerrada en los testeros, y con un acabado a modo de anclaje en el perímetro de las terrazas. La torre destacará en el perfil de Barcelona como una aguja de metal, como una joya, con vidrios de colores repartidos por la fachada como si de una vidriera gigante se tratase. De noche, la Torre se transformará en una lámpara urbana, un símbolo luminoso de la Diagonal.

Es en esta piel de protección y acabado (Fig. 6) – compuesta por gruesas placas de aluminio (anodizado), denso, rígido y resistente a la corrosión – dónde se pueden percibir los cambios arquitectónicos que generan otros cambios muy significativos en su representación arquitectónica. Perrault también utiliza esta “piel”, que a menudo se reconoce en otros arquitectos como Nouvel y H&M. Se trata de un edificio revestido por una capa o cubierta de placas de aluminio perforadas por grandes huecos circulares. El diseño y el confort en el interior del hotel se basan en la posibilidad de contar, en cada habitación, con una generosa vista del exterior, como una gran pantalla volcada al paisaje de la ciudad.

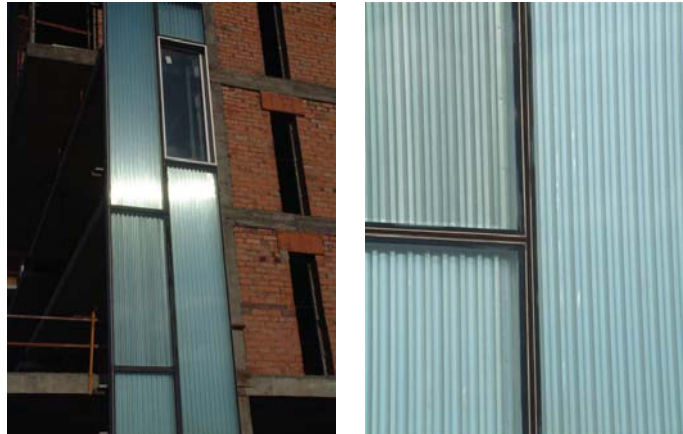


Fig. 6: Material de acabado de la “piel”, fachada del Hotel Sky, Barcelona, fuente AIA.

En el hotel los renders son casi fieles a la realidad. La búsqueda de esta perfección de la expresión gráfica está presente en sus perspectivas. Algo propio de la expresión gráfica en cada arquitecto, es el resultado de la asimilación de los aspectos específicos del lugar, del espacio, de los materiales, del uso, de la luz, etc., y principalmente de su madurez profesional. Sus perspectivas son casi copias fieles de lo construido, como se puede observar en las imágenes del interior o de la fachadas. El cromatismo, las texturas, figuras y las sombras en el espacio, lo expresan de forma adecuada, haciendo de esta representación ya muy vinculada al concepto innovador, funcional y atractivo para los usuarios en una expresión casi real (Fig. 7, 8 y 9).

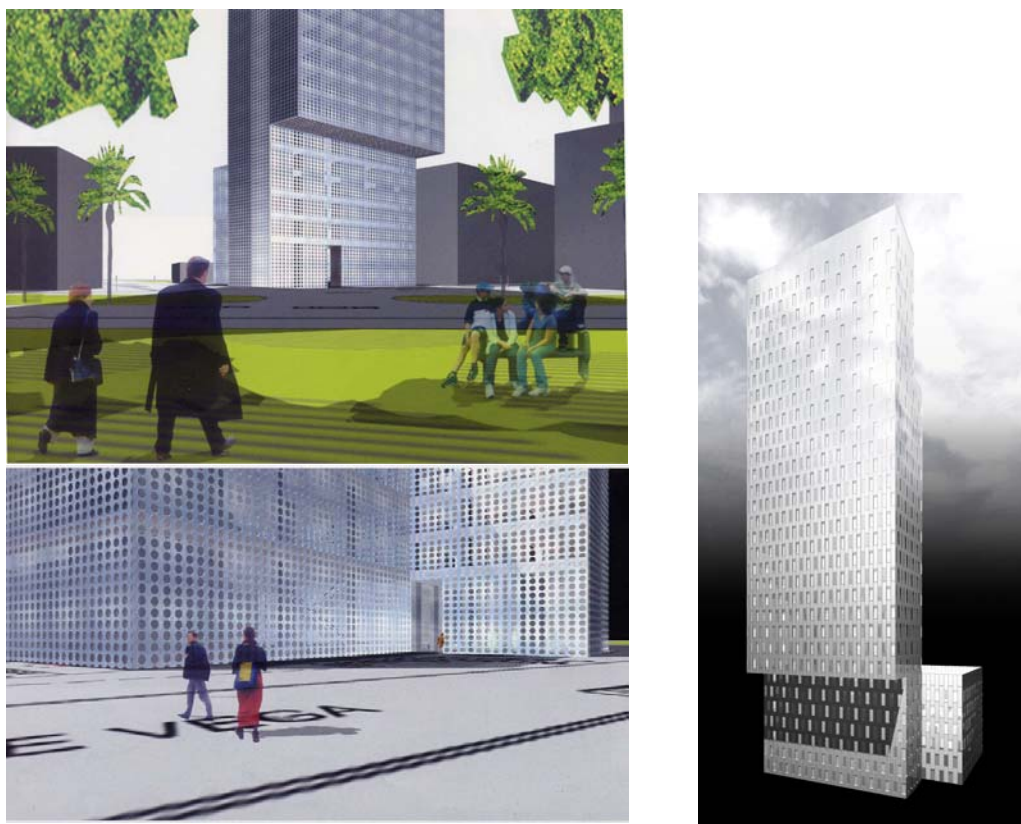


Fig. 7: Renders del espacio exterior del hotel y estudio en blanco y negro.

La preocupación con la iluminación, es otra característica importante de su arquitectura - y se ve siempre presente en sus proyectos. Con eso, en las perspectivas generadas son dotadas de efectos de luz, sombra y color. La sensación de estar mirando hacia una foto real, es casi frecuente y su expresión gráfica pasa a ser identificable muy fácilmente.

El dibujo, que es el lenguaje del proyecto, en este caso, expresa casi las mismas sensaciones que uno puede tener en la obra terminada. Los colores casi reales, las luces son bien representadas, las texturas imitan los materiales, o sea, como si de verdad la realidad fuese tal cual como fue expuesto antes de su construcción. Se analiza la forma y el espacio tomando en cuenta que puede haber cambios en los elementos formales, se comprueba el espacio que existe y la circulación que va tener.



Fig. 8: Renders del interior de las habitaciones del hotel, vistas hacia la sagrada familia.



Fig. 9: Render del lobby, de la cafetería y de la entrada del hotel Nova Diagonal.

A los dibujos de las plantas y secciones (Fig. 10), de técnica básica lineal, se les agrega color para representar la fachada principal reafirmando su presencia y dándole el buscado protagonismo. También aparecen las perspectivas a lápiz, desde la nueva plaza y el vestíbulo de entrada, que dejan muestras de su proceso, con un aspecto inacabado y dinámico, y los renders de las habitaciones interiores, con un acabado más frío y menos detallados, pero con transparencias y tratamientos de color.

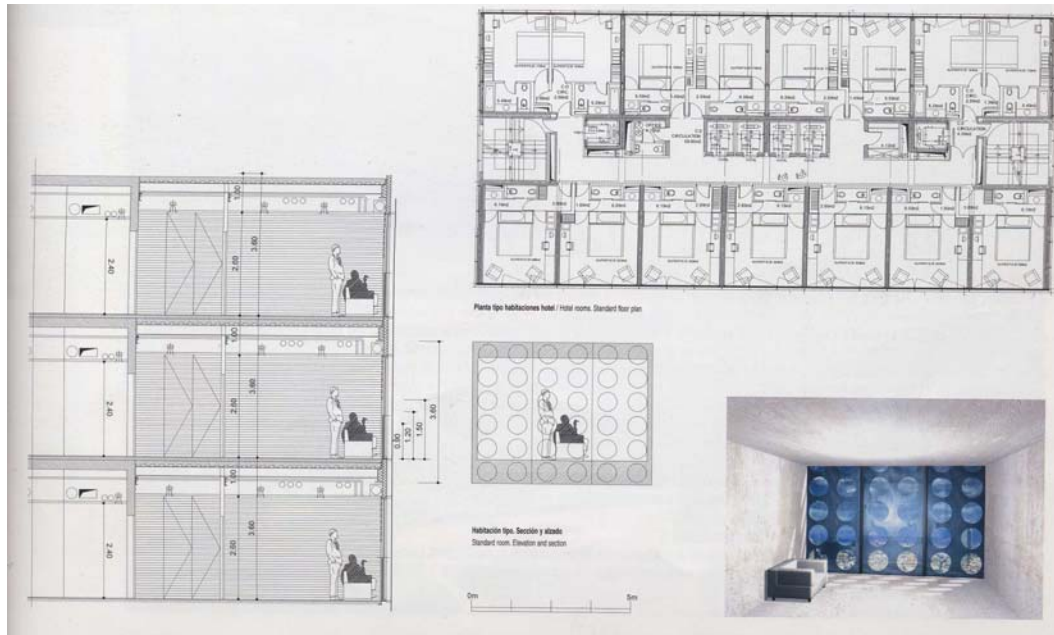


Fig.10: Planta y Secciones con Perspectiva

En este modo, Perrault (o más cabe decir la red de colaboradores internacionales que dirige Perrault) aplica las técnicas de representación en sus proyectos arquitectónicos con el fin de transmitir de manera efectiva sus razonamientos sobre un determinado problema de diseño, desde la etapa conceptual hasta la presentación formal. La obra de arquitectura es el motivo de la expresión y Perrault intenta transmitir de la manera más real lo que pretende construir, pero también expresar un concepto espacial que persigue desde los inicios de su carrera.

4.3 La Disgregación

En los dos proyectos para Tenerife, el Frente de Mar, que luego derivó en el hotel Thalassou, actualmente en construcción, se advierte una particular evolución de las propuestas arquitectónicas de Perrault, con una notable incidencia de las herramientas digitales (Fig. 11 a 15). Sin abandonar los bocetos que remiten al primer estudio de la idea que refiere a las cavernas y las construcciones a pie-de-monte, se pasa rápidamente a fotografías del borde de mar que destacan la inmensidad horizontal de la playa y el aislamiento del mobiliario urbano, así como a la malla topográfica del borde del cerro. Probablemente esta representación digital de la topografía inspira posteriormente el recubrimiento que se plantea para los volúmenes. Aunque aparece inicialmente en la propuesta para los aparcamientos como una techumbre ligera de sombra. Pero indudablemente también es una solución eficaz para combinar los requerimientos climáticos, y más aun los conceptos de simplicidad y piel de Perrault, con las complejidades del programa.

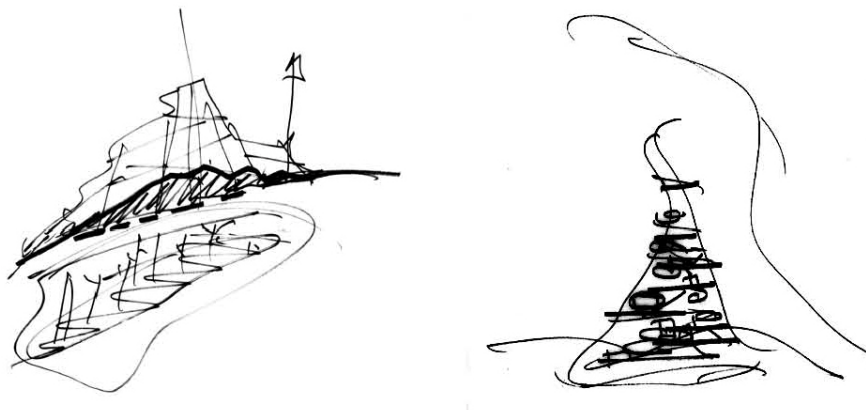


Fig.11: Dibujo conceptual de las “covas” de la Playa de las Teresitas, 2003.

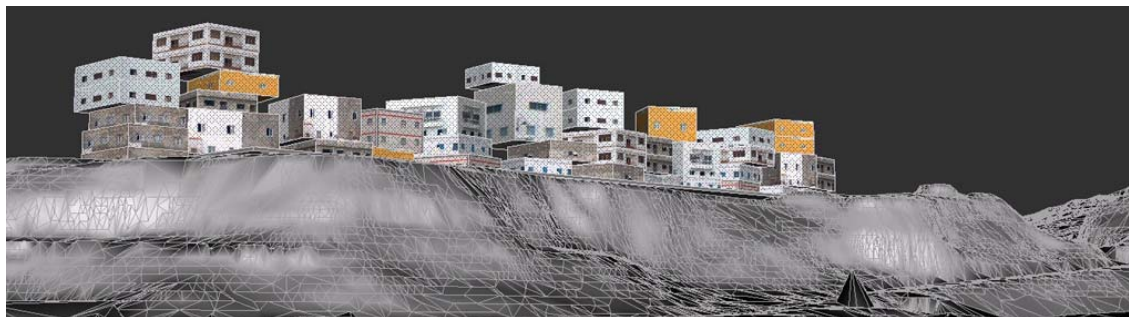
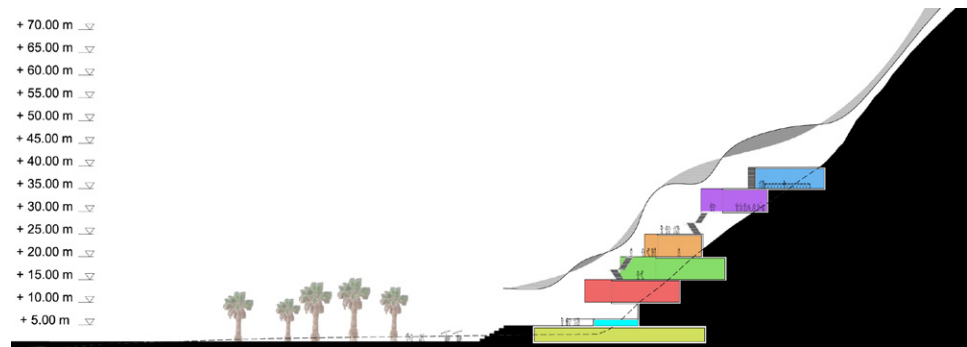


Fig.12: Sección coloreada y fotomontajes con las casas implantadas en la Playa de las Teresitas, 2003.



Fig.13: Evolución de la construcción de las edificaciones en la en la Playa de las Teresitas, 2003.

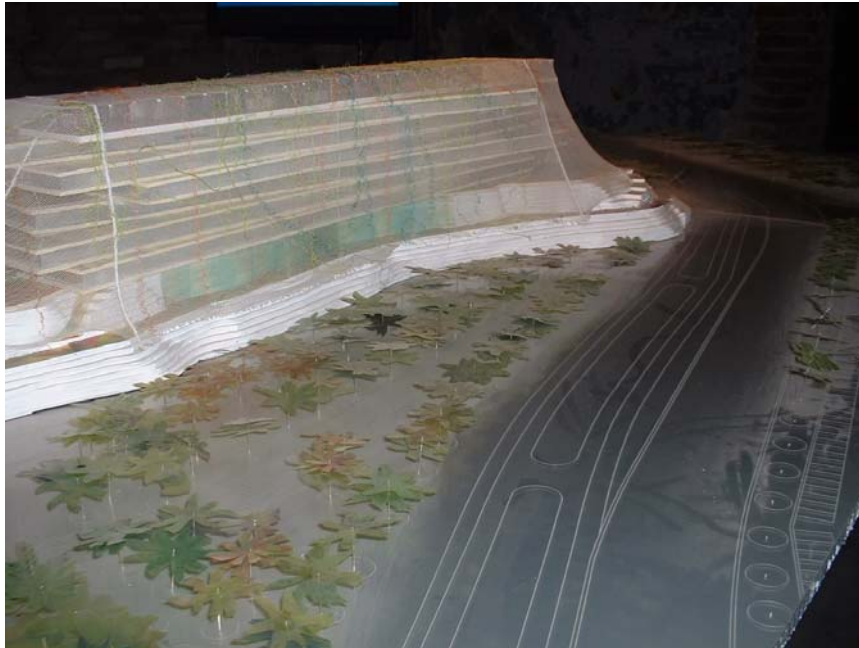
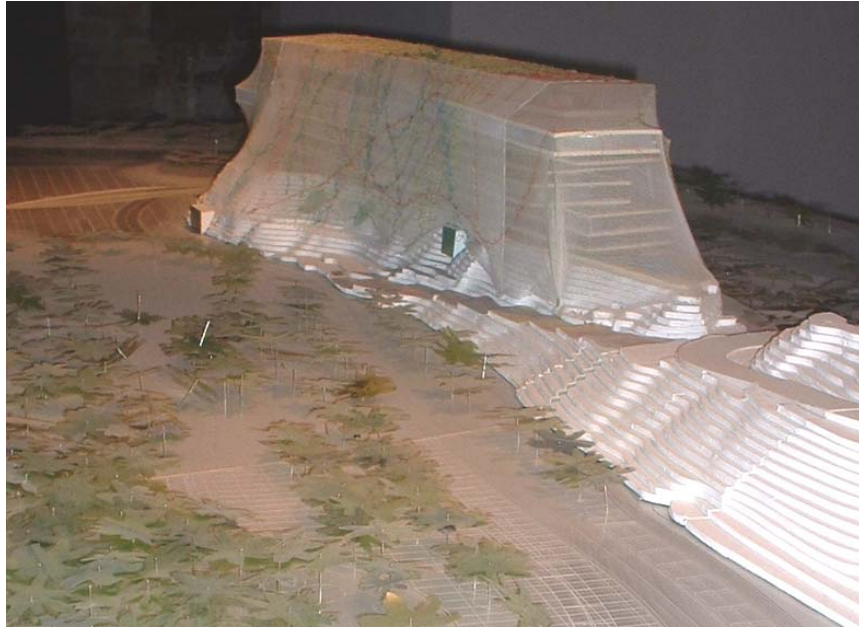


Fig.14: Imágenes fotográficas de la Maqueta, por la autora, en la Bienal de arquitectura de Venecia, 2004.

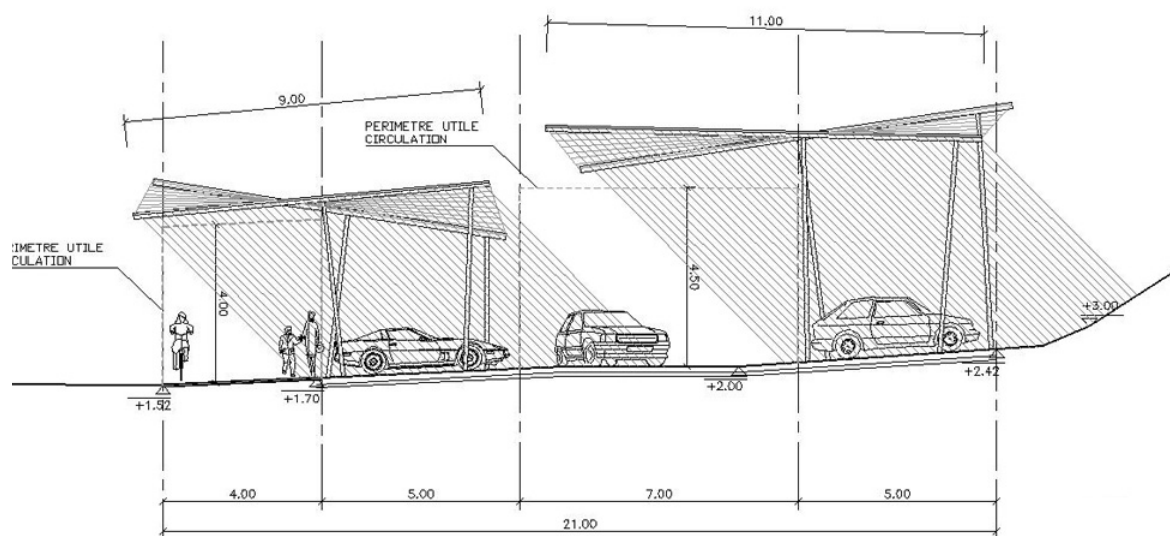


Fig.15: Sección y modelo de los Aparcamientos en la Playa de las Teresitas, 2003.

Su representación ha evolucionado y acompaña el desarrollo tecnológico. La preocupación con luz también se ve presente, pero su expresión intenta llegar al máximo a la realidad, jugando con las sombras, brillos, opacidades y transparencias en los renders presentados por el despacho al concurso y luego en el desarrollo del proyecto (Fig. 16).

Pero su evolución mas radical es quizás la aceptación de la diversidad volumétrica, que pone a prueba su capacidad de homogeneizar la forma a través del recubrimiento de una piel unitaria como la malla de acero inoxidable. La que actúa de revestimiento y dispositivo de la interacción con el entorno, pero también de espacio intermediario y mas aun de unificación del volumen. Intentando retornar a la simplicidad, que en este caso refiere bruscamente a la naturaleza, llamada por los cerros, peor también por la inmensidad del mar y la playa. De modo que este encuentro con el paisaje le otorga a Perrault no sólo la motivación, sino también la inspiración de desafiar sus afanes minimalistas. Pero este ejercicio se contraviene prontamente con las vicisitudes de la construcción y de la crítica los propios ciudadanos que discuten la estética de almacenaje que implica esta propuesta.

La abstracción de la forma, impulsada por los medios digitales, empieza a generar una abstracción del problema arquitectónico, en la búsqueda de una realidad espacial elusiva, quizás solo imaginada, lo que demuestra el potencial creativo de los medios (pero también sus debilidades).

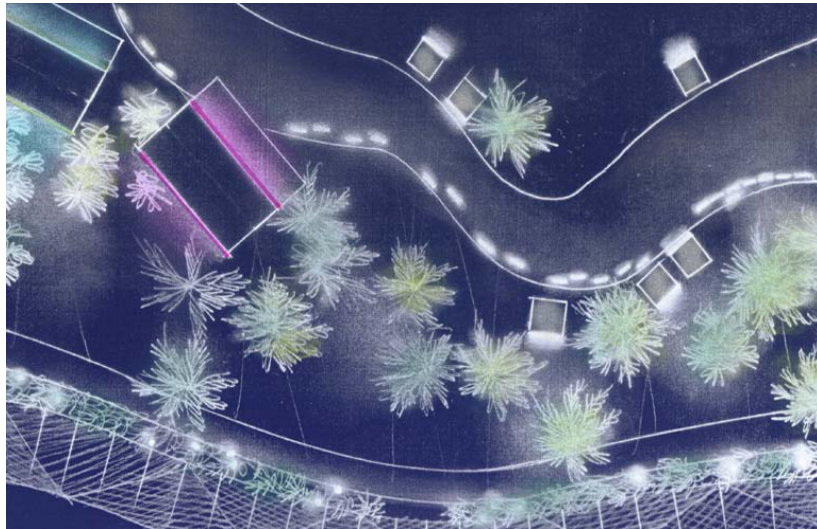
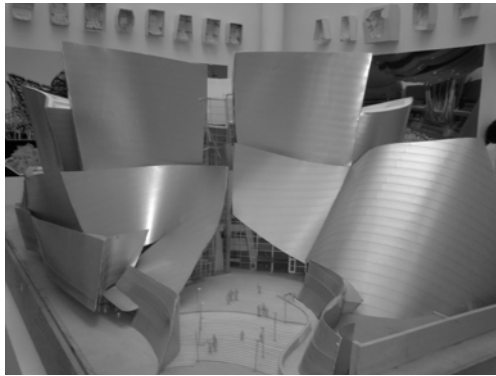


Fig.16: Renders presentación nocturnos en la Playa de las Teresitas, 2003.

5 - Masas ondulantes



5. Masas ondulantes

“Esta tecnología me permite estar más cerca de la artesanía de obra. En el pasado, existieron muchas capas entre mis croquis y la edificación final y el espíritu del diseño podía perderse antes de que llegara a las manos del artesano. Me siento como si hubiera estado hablando en un idioma extranjero y, de pronto, el artesano me comprende. En este caso el ordenador no deshumaniza sino que interpreta.”

Frank O. Gehry

Si hay algún arquitecto que ha popularizado a escala internacional el paso a la arquitectura generada con los medios digitales, éste es sin duda Frank O. Gehry. Del mismo modo que los proyectos de Le Corbusier, Mies Van der Rohe o Frank Lloyd Wright establecieron los iconos de la arquitectura moderna de las primeras décadas del siglo XX, los proyectos que, a caballo del siglo XX y XXI, salieron de la oficina de Gehry y Asociados (FOG / A) han contribuido de manera determinante a visualizar la imagen de una arquitectura de formas complejas y personales sólo posible mediante la fusión de la tecnología más avanzada y los procesos creativos más intemporales.

Sus emblemas arquitectónicos han surgido en un marco de transformaciones que enlazan la incorporación de la tecnología digital en la arquitectura –en los diversos aspectos de concepción, expresión gráfica y construcción– con una nueva dimensión mediática de la arquitectura en una sociedad globalizada y de la comunicación, cuya evolución transcurre paralela a las formas económicas que la acogen, y que pueden ejemplificarse con la conversión de Guggenheim o Disney (dos de los principales clientes de Gehry) en franquicias internacionales.

5.1 Intermediaciones

Centrándonos en el aspecto tecnológico, empezaremos por decir que el proceso de trabajo que utiliza actualmente la oficina de Frank O. Gehry y Asociados es el resultado de un largo y paciente lapso de búsqueda e inserción gradual de recursos digitales dentro de una forma de trabajo artesanal. Este proceso, que abarca integralmente desde las más tempranas etapas de diseño arquitectónico de un proyecto hasta las últimas fases de construcción de su obra, se despliega por una compleja urdimbre de combinaciones de van desde el dibujo manual hasta el uso avanzado de tecnologías de manufacturas de componentes de obra. El trayecto recorrido por esta concepción arquitectónica de la oficina de Gehry podría singularizar su inicio con su célebre “pez” (de 60 x 38 mts.) realizado en la Villa Olímpica de Barcelona (1992), y se prolonga, evolucionando y refinándose, a través de los proyectos / construcciones de una estación de autobuses en Hannover y un edificio de oficinas en Praga, del Banco Central Europeo de Frankfurt, y de los renombrados Sala de Conciertos del Centro Disney en los Angeles, California y Museo Guggenheim de Bilbao (con sus réplicas posteriores). Un lapso cercano a los catorce años de búsqueda y experimentación arquitectónica-digital (Fig. 1 y 2).



Fig.1: Pez de la Villa Olímpica (1992)



Fig. 2: Sala de Conciertos Disney (2002)

Su método de trabajo como diseñador es bastante extraño y atípico. Se apoya en experimentación con papel que arruga en diferentes formas, siguiendo un proceso intenso exploratorio que lo conduce a ir definiendo gradualmente un modelo tridimensional (asumiendo que en su mente se va cumpliendo un proceso de visualización gradual no solamente formal sino también funcional). En algún momento de su ilustre carrera, a mediados de los años noventa, antes del éxito del Guggenheim Bilbao), Gehry tomó contacto con un equipo de especialistas en aplicaciones gráficas de computadoras ubicado en la Universidad de Stanford, California. Ellos estudiaron sus necesidades de apoyo y se abocaron a seleccionar el *software* que mejor se adaptara a su caso particular. El resultado fue la recomendación de un software denominado CATIA (Fig. 3) que es utilizado en el área de Ingeniería Mecánica y por esta razón se diferencia de los sistemas de CAD (o CAAD) que tradicionalmente viene siendo utilizado por otras oficinas de arquitectura.

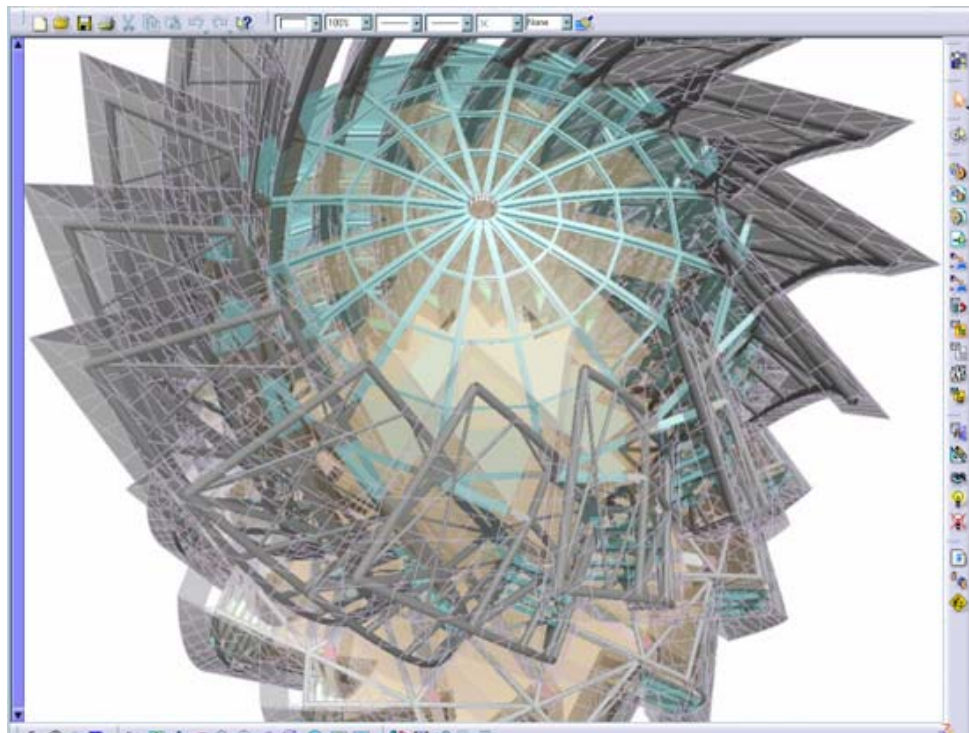


Fig. 3: Diseño en el programa CATIA.

El uso de CATIA ha demostrado tener para la actividad de Gehry y de su equipo de apoyo importantes beneficios: por una parte le permite intervenir en fase temprana del proceso de diseño de Gehry escaneando los modelos físicos de maquetas de trabajo realizados hasta ese momento. El proceso de escaneo es tridimensional y permite a los ingenieros del quipo de Gehry iniciar un proceso de cálculo preliminar que conducirá a la larga a la definición de envolturas y sistemas estructurales así como a la representación arquitectónica de proyecto. Todo esto realizado dentro de un esquema de apoyo flexible que se aviene bien a las necesidades de lo diferentes equipos de trabajo del proyecto.

El segundo beneficio de CATIA es servir de coordinador de actividades de los diferentes grupos, unificando esfuerzos y permitiendo que la información del proyecto (y posteriormente de la obra) fluya entre los diferentes grupos sin duplicaciones ni redundancias.

El tercer beneficio es quizá el más importante desde el punto de vista de coordinación y visualización de avance de los trabajos. Y consiste en que el programa permite anticipar dificultades en la toma de decisiones que pueden surgir a nivel de obra cuando el trabajo se encuentra aún en fase de diseño. De esta forma, se trabaja siempre con una visión global del proyecto que va integrando gradualmente la fase de diseño con la fase de construcción, y permite los necesarios "golpes de timón" que corrijan y redireccionen las decisiones de los diferentes equipos de trabajo.

La oficina principal de FOG / A se ubica en Santa Mónica, California y posee una nómina interna de 170 empleados. Allí se combinan armoniosamente desde veteranos de gran experiencia organizativa en diseño y producción de edificaciones hasta jóvenes talentosos y brillantes. Trabajen o no directamente con computadoras todos ellos mantienen un conocimiento actualizado acerca de su forma de operar. Un grupo más pequeño es el responsable directo del funcionamiento apropiado del equipamiento digital y de su software. En líneas generales, puede decirse que el personal de apoyo de la empresa se agrupa según tres tipos de actividades: aquel que se aboca al proceso de diseño y documentación sustentado primordialmente por

la creación de modelos físicos (maquetas), el que se aboca esencialmente al medio computarizado y una tercera categoría que se mueve en ambos medios, el físico y el digital, y cuya participación resulta de gran demanda. El grupo CAD/TIC de la firma es relativamente pequeño con sólo seis integrantes responsables, de la administración del sistema, del funcionamiento y actualización del software y de su adiestramiento y soporte. Es importante destacar que, dentro de lo posible, la oficina busca delegar a través de outsourcing en contratación a grupos exteriores todas aquellas actividades (como el proceso de escaneo / impresión 3D, o el empleo de laser como herramienta de corte) que ameritan de apoyo en cuanto al uso de recursos especializados.

Entrar en la oficina de Gehry (Fig. 4), es como ingresar a un taller académico de diseño arquitectónico tradicional. Impacta la profusión de modelos físicos que evidencian su presencia en todo el ámbito de trabajo, con un grado de informalidad que le confiere una suerte de vibrante dinamismo.



Fig.4. Distintas maquetas y pequeñas esculturas en el despacho de Ghery en Santa Mónica.

Para entender bien el proceso de diseño / fabricación de edificaciones en el que participa la oficina de Gehry hay que compenetrarse con las características de su líder máximo y diseñador estrella de la misma. Es Gehry una persona con un especial interés en el uso de materiales de construcción y un gran respeto por el arte de la construcción. Esto lo ha conducido a fomentar relaciones de trabajo con empresas y fabricantes del ramo de la construcción a nivel nacional e internacional. Lo cual, a su vez, le ha suministrado una profunda visión introspectiva de las tecnologías, oficios y materiales vigentes en el mundo de la construcción, facilitándole la incorporación temprana de estos conocimientos y de los ensayos que realiza con ellos en fases tempranas del proceso de diseño. Si a esto le añadimos su interés por una temprana incorporación de herramientas y sistemas informáticos como un aglutinador efectivo y fluido del proceso, no nos será difícil entender porqué sus obras y su actividad se mueven en la primera línea de avanzada del diseño y construcción de obras de arquitectura en el mundo de hoy. El otro rasgo importante del carácter de Gehry es su intención de trabajar integradamente desde un inicio en equipo con actores clave dentro de la problemática de la creación y construcción de las obras de arquitectura a las cuales se aboca, contribuyendo a combatir exitosamente la desconfianza natural de los contratistas de obra con relación a la presencia en el sitio del arquitecto diseñador de la obra.

5.2 Visión integrada del proceso de diseño

Una de las directrices clave que se han establecido en la oficina desde su creación es la de lograr que propietarios y subcontratistas tengan una visión clara y continua de la edificación que se busca construir, a todo lo largo del proceso integrado que va desde las fases iniciales del proceso de diseño hasta los últimos pasos de fabricación de la obra. De esta manera, al integrar a los dos grupos mencionados al proceso de producción de la edificación, las decisiones que se van tomando son discutidas y adoptado sobre bases sólidas que rara vez pueden ameritar sorpresas y modificaciones a lo ya acordado. Por otra parte, al existir un dominio total, compartido y oportuno, de la información en ambas etapas: proyecto y construcción, en el costo de la obra y de su cronograma de ejecución se avanza con pasos firmes y sincronizados minimizándose los molestos incrementos derivados de problemas y cambios surgidos en obra. En ese sentido la introducción de herramientas digitales en el proyecto han sido de gran ayuda como complemento de las actividades manuales y tradicionales. Es importante resaltar que el rol de la informática dentro del proceso, con toda la importancia que posee para el mismo, en ningún momento subordina el diseño y conducción del proyecto a sus características instrumentales. Está allí siempre como apoyo y nunca como rectora del producto a través de sus diferentes etapas.

Por ejemplo en las maquetas de estudio de su emblemático proyecto para el Museo Guggenheim de Bilbao (Fig. 5 y 6) aparecen los principales elementos del entorno con los que juega y se adapta. También aparece reflejado este estudio en muchos de los bocetos que realiza. Lo que advierte respecto a las críticas hechas sobre el que el edificio sea fragmentario, ya que a pesar de estar construido por diferentes volúmenes mantiene unidad en la concepción grafica y física, incluso en relación con su contexto.



Fig. 5: Croquis del museo Guggenheim



Fig. 6: Maqueta del museo con el entorno

La situación del museo exigía evidentemente un simbolismo que interactuaba con su programa. Es conocido el gran simbolismo de la obra relacionado con el pez que tenía cuando era pequeño y con las serpientes (Fig. 7). Gehry estudia estos animales con detenimiento para poder los ver representados perfectamente en sus obras.

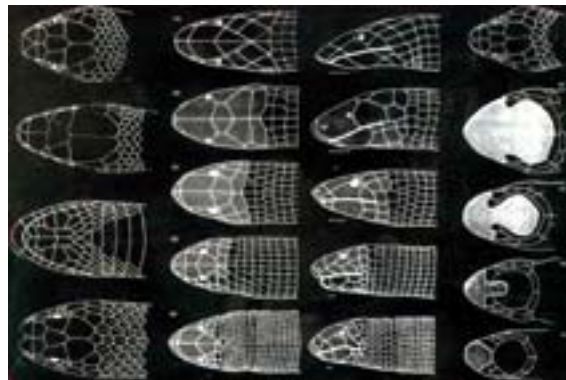


Fig. 7: Estudio de Cabezas de Serpientes de Gehry

En cuanto a las formas de representación y proyectación aquí vemos claramente al arquitecto. Hay diferentes tipos de bocetos, los de la simple línea y los que se sirve del color en tonos pastel (azul, verde, amarillo y rojo) con un rayado. Hizo también un

gran número de maquetas tanto físicas como modelos digitales, para proyectar el edificio (Fig. 8 y 9), hay de partes del edificio, de todo el edificio, del edificio con el entorno, del interior. Se ven diferencias en las que son de trabajo y en las finales de presentación, las cuales están mucho más elaboradas.



Fig. 8: Taller de maquetas y pruebas del Guggenheim.



Fig. 9: Modelo alambritos de los primeros estudios del Guggenheim.

En esta imagen de la presentación del proyecto (Fig. 10) se ven todas las formas que utiliza: en primer plano, aparece la maqueta; detrás de esta, en el centro, aparece un gran croquis, a la derecha los planos típicos de plantas, secciones y alzados, dibujados sobre una base azul, y a la derecha se puede observar unas cuantas láminas con croquis un poco más elaborados que los vistos anteriormente.

Siendo Gehry un diseñador de orientación muy táctil, y hallándose siempre muy cercano tanto a los maquetistas como a su propia participación dentro de esa actividad, ello conlleva a que las fases tempranas del proceso de diseño en la oficina se orienten, además de la generación de dibujos de croquis, a una intensa producción de maquetas de trabajo exploratorias de la forma inicial y de la agrupación de masas que ellas revelan, pudiendo generarse a diferentes escalas y con diferentes grados de detalle, cuando ello se estime necesario, y apoyadas en muy variados tipos de materiales deleznable, como el papel o el cartón, o de mucha más alta calidad.



Fig.10: Maqueta del Museo

También existe la preocupación temprana de la relación con el entorno, el acceso al sitio y todas aquellas variables que pueden afectar la fabricación futura e implantación de la obra. Dependiendo de la naturaleza del proyecto y del enfoque que se aplique a la búsqueda de soluciones de diseño e incluso a los problemas que pudieran surgir más adelante, la utilización de estos modelos físicos (o maquetas) puede llegar a prolongarse, en algunos casos, hasta entrado el proceso de fabricación de la edificación y hasta superar el centenar de ellos para un solo proyecto / obra.

Por otra parte, los modelos físicos así producidos pueden ser aprovechados así mismo para fotografiarlos con fines de presentación. En este caso, el fotógrafo de la oficina se apoya en el recurso de utilizar imágenes de baja resolución para reforzar el sentido de esquematización propio de la fase.

Conjuntamente con la construcción de modelos físicos de visualización, dentro de esta fase de exploración temprana de diseño, aparecen los primeros tanteos de representación digital apoyados por el programa denominado Rhino (Fig. 11).

Su punto de partida es el conjunto de puntos tridimensionales digitalizados a partir del modelo físico que contiene las curvas aportadas por la volumetría “gruesa” de la opción de diseño arquitectónico generada y que es utilizado para generar el “cascarón” inicial de dicha opción. A partir de los datos de este cascarón el Rhino procede a efectuar cortes bidimensionales que servirán de base para desarrollar los planos espaciales del proyecto y permite la exploración conjunta formal-funcional del esquema.

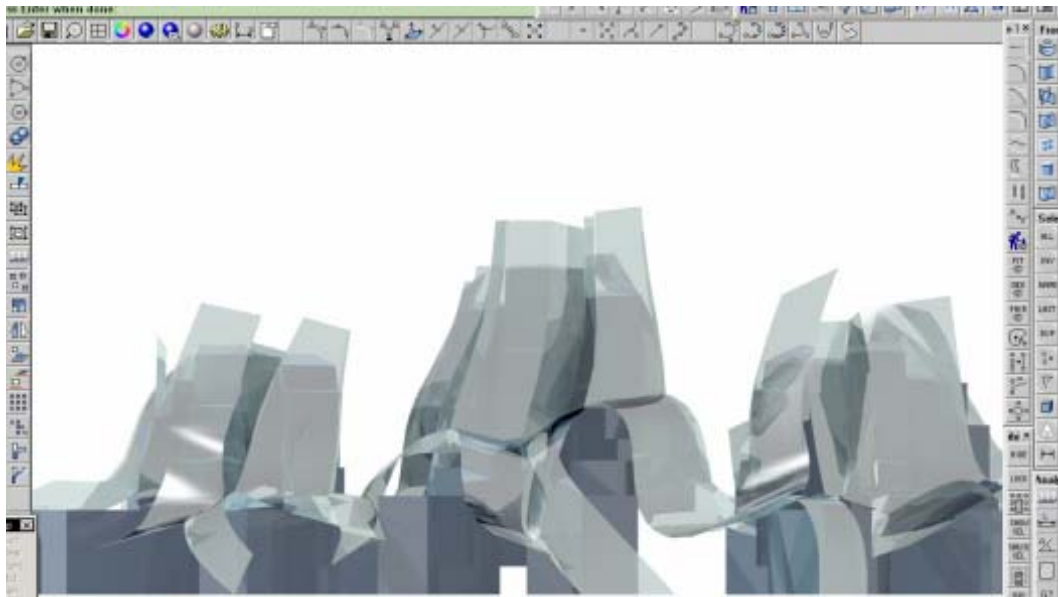


Fig.11: Modelación en Rhino

Pese a su obvia importancia dentro del proyecto como herramienta de de exploración y desarrollo del diseño arquitectónico, Rhino es rara vez utilizado como recurso de presentación. Paralelamente al uso de Rhino, comienza también la aplicación de sofisticadas hojas de cálculo en Excel como apoyo al estudio y desarrollo de los requerimientos programáticos de la futura edificación. Mantener una continua actualización entre el avance de la documentación gráfica de diseño y el progreso de los avances administrativos y gerenciales de proyecto y fabricación de componentes de obra es uno de los más grandes retos organizativos de esta forma anticipada de desarrollo de proyecto / obra.

Conviene destacar, así mismo, que, aún en esta fase incipiente, ya tanto los propietarios de la futura obra como los contratistas han comenzado a formar parte del proyecto y se les mantiene permanentemente informados y consultados acerca de la evolución del mismo. En otras palabras: proceden a integrarse como participantes en el equipo de trabajo que abarcará el diseño y la fabricación en taller y construcción en sitio de la obra.

5.3 Fabricación Digital

Incluso valorando todo y su aporte como disparador de la sensibilidad escultórica y la estimulación creativa dentro del proyecto los modelos físicos (o maquetas) adolecen del efecto de que su contribución dentro del ritmo de desarrollo del proceso del proyecto / obra reviste un carácter individual de estaticidad; es decir no admite incorporar en el tiempo transformaciones al modelo a menos de que se construya de nuevo. Para cubrir esta falla y preservar la continuidad integral de acciones dentro del proceso, FOG/A ha incorporado con gran éxito a los denominados modelos digitales, también denominados modelos 4D (Fig. 12). Los cuales tienden a dominar progresivamente el panorama del proyecto a medida que el mismo va evolucionando en complejidad en el tiempo.

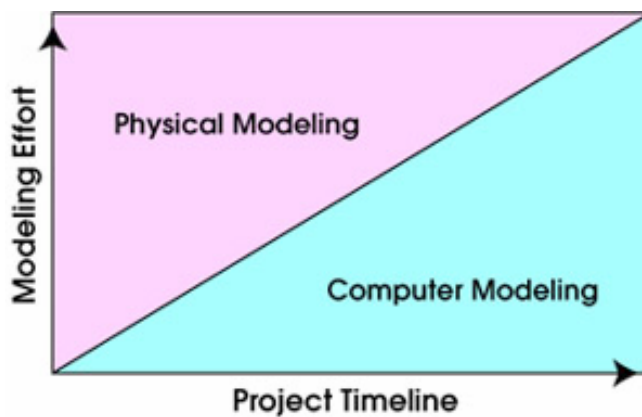


Fig.12: Esquema de Relación del Modelo Físico y Digital en el Proceso de Proyecto

A ese tipo de modelos que manejan información clave dentro del proyecto (así como su relación con el proceso de fabricación y de obra) y se proyecta en el tiempo, hacia adelante o hacia atrás, lo han denominado “modelo 4D” (3D + tiempo). Y a su arraigo dentro de FOG / A ha contribuido una invitación inicial a investigadores del CIFE de la Universidad de Stanford quienes construyeron para FOG/A los primeros modelos 4D a ser utilizados y los cuales aportaron a su vez escenarios futuros que permitieron anticipar eventuales problemas a ser enfrentados dentro del proceso de diseño /

construcción de edificaciones. Al efecto, esos primeros modelos VRML apoyados por la interfaz intuitiva de la herramienta Imagineering demostraron su valor al permitir detectar inconsistencias dentro de la programación realizada que permitió anticipar y prevenir conflictos que de otra manera hubieran arribado indetectados del proyecto al sitio de obra. De esta forma se estableció un verdadero proceso colaborativo y participativo en toda la extensión del proyecto / obra, anticipándose y resolviéndose los problemas futuros antes de que los mismos se convirtieran en eventos críticos de la continuidad y la armonía de acciones dentro del proceso.

Una aplicación particularmente interesante de los modelos 4D es la visualización temprana de la ubicación 3D de encofrados móviles de obra y del izamiento de los materiales al sitio apropiado y de las dificultades originadas por una visualización deficiente de dicho procedimiento. Otro valioso aporte de los modelos 4D consiste en anticipar dificultades vinculadas al acceso y el uso óptimo del sitio contribuyendo al planeamiento integrado de la distribución en sitio de los componentes y materiales previa su incorporación en obra. Y aún otro -también a nivel de visualización- consiste en informar a los inversionistas, mediante apoyo visual digital tridimensional y dinámico acerca del enfoque a ser adoptado para la construcción de la obra.

A medida que la opción de diseño seleccionada va transformándose en solución definitiva a través de un proceso progresivamente más detallado y refinado, la responsabilidad central como herramienta de apoyo a diseño comienza a gravitar de Rhino al software CATIA, de impresionante potencial de precisión numérica y gráfica, originalmente creado para su uso por la industria aeroespacial, en función del cual el equipo de diseño se aboca al desarrollo detallado del cascarón de la edificación así como al desarrollo de aquellos componentes geométricos de mayor de complejidad espacial. De este modo, el modelo construido digitalmente con CATIA se convierte gradualmente en la base organizativa para la construcción de la futura edificación, aportando el conjunto de datos geométricos de alta precisión y confiabilidad exigido por los constructores de la obra.

Para que este proceso funcione en forma fluida es necesario que los contratistas generales de la obra, y en algunos casos subcontratistas y fabricantes, aprendan y utilicen CATIA, para lo cual resulta de gran utilidad la recientemente creada empresa de adiestramiento “Gehry Technologies” orientada a tal fin.

Además de la responsabilidad centrada en CATIA como fuente productora principal de datos para la fabricación y construcción de las formas “orgánicas” del proyecto, existe un número de tareas menores inherentes a la producción de un gran número de planos de representación gráfica bi y tridimensionales de construcción de las partes más estandarizadas de la edificación que debe ser asumido por el uso de AUTOCAD, alimentado con información extraída del modelo CATIA, lo que indica que el uso de planos 2D constituye aún buena parte del volumen de documentos requeridos para apoyar la realización de proyectos alimentando así el proceso de contratación y especificación de obras. También se utilizan modelos construídos en VRML para agilizar la producción de aquellos modelos que así lo permiten.

El formato gráfico preferido para la publicación de documentos gráficos a nivel de proyecto y de obra es el TIFF, a pesar de su mayor carga (si se lo compara con otros formatos más populares) debido a su capacidad para proteger la integridad de la información originalmente contenida y de impedir la introducción de deformaciones con respecto al contenido de la misma. Una combinación exitosa de formatos ha sido la de insertar planos formateados en TIFF dentro de archivos PDF, lo que aprovecha lo mejor de cada tipo de formato.

El modelo de construcción final obtenido a través del uso de CATIA ofrece representaciones detalladas de cinco elementos estructurales: concreto, acero estructural, “piel” exterior, sistema estructural y patrones de ensamblaje.

Una de las acciones más sistemáticas y exigentes a nivel de obra la constituye la actualización periódica, con frecuencia mensual e idealmente semanal, de la información generada en actividad de obra. Sólo de esa manera es posible preservar la eficacia del modelo 4D como herramienta de planificación. Sin embargo en un

ambiente de construcción que en muchas ocasiones reviste un comportamiento extremadamente agitado resulta difícil mantener alta la prioridad de actualización y esto puede conducir a desfases en cuanto a la revisión del cumplimiento de la programación del proceso.

Una de las tareas más difíciles fue adaptar la producción del modelo construido a través de CATIA a las 7.200 actividades que contempla la herramienta de programación de la construcción. En términos de John Haymaker, el investigador-modelista de Stanford que construyó el modelo 4D la tarea de compatibilizar el itinerario ya creado con la geometría también creada constituyó un trabajo minucioso y agotador que tenía como fin reducir un sistema de comunicación abierto que permitiera el acceso dentro de un clima de amistad, a un amplio espectro de usuarios que se movía desde el nivel de propietarios hasta el de subcontratistas de obra.

El enlace entre la oficina y la obra para constatar el grado de avance de la misma es realizado con el apoyo de fotografía digital cuyas imágenes son remitida via e-mail, en preferencia al uso de videocámaras ubicadas en sitio. En la actualidad, la oficina de Gehry trabaja conjuntamente en la formulación de un conjunto de medidas que harán de CATIA una mejor herramienta de apoyo al desarrollo arquitectónico a través de las diferentes etapas que interconectan de una manera fluida los procesos de diseño, fabricación y construcción de las edificaciones contratadas a la oficina.

5.4 Música Congelada

Pocos años después, en 2003, Ghery inauguró otro edificio de gran talante que exponía su nuevo proceso de trabajo digital en un desafío tan complejo como el de Bilbao, la Sala de Conciertos Disney en Los Angeles. Esta complejidad se expresa también en la evolución del encargo. En 1986, la viuda de Walt Disney anunció la donación de cincuenta millones de dólares al Music Center del condado de Los Ángeles para la construcción de un auditorio en memoria de su difunto marido. Al afán de homenaje de la señora Disney se añadía la necesidad de la Filarmónica local de una sede acorde con su prestigio internacional, y la intención de las autoridades locales de dotar a la ciudad de un icono arquitectónico. Celebrado en 1988, el concurso internacional al que dieron lugar estas intenciones designó como ganador un proyecto bastante distinto en el edificio finalmente construido. Distintas circunstancias -entre las cuales el terremoto que padeció Los Ángeles en 1994- fueron dilatando el comienzo de las obras y modificando la imagen del auditorio.

En el proceso, Ghery utilizó sus ya famosos bocetos de línea continua y sinuosa, que proliferan de diversos modos, estudiando distintas facetas interiores y exteriores del proyecto, así como organizaciones funcionales. Reflejando un estilo de trabajo suelto e intuitivo, peor también una metódica discusión y definición de los diversos requerimientos arquitectónicos. Estos bocetos se combinan prontamente con algunos modelos digitales de estudio (Fig. 13), en este caso de la sala de Conciertos que absorbía buena parte de la complejidad de la obra y amerita una relevante revisión acústica, formal y espacial. Lo que exigio también tempranas y diversas maquetas de estudio interiores, probando materiales y diseños.

La sala de conciertos ocupa una manzana rectangular dentro de la malla de calles que sube hacia Bunker Hill, justo al lado del Dorothy Chandler Pavilion, el viejo y cavernoso auditorio que acogió durante años la ceremonia de entrega de los Oscar. En vez de decidirse por uno de los lados de la manzana, el Disney Concert Hall vuelca toda su atención sobre la esquina entre la Grand Avenue y la First Street,

apareciendo como una coreografía de piezas plateadas -acero inoxidable bruñido- e invitando al transeúnte a entrar en ese punto, donde la escalinata que precede al vestíbulo dibuja un gesto de acogida.

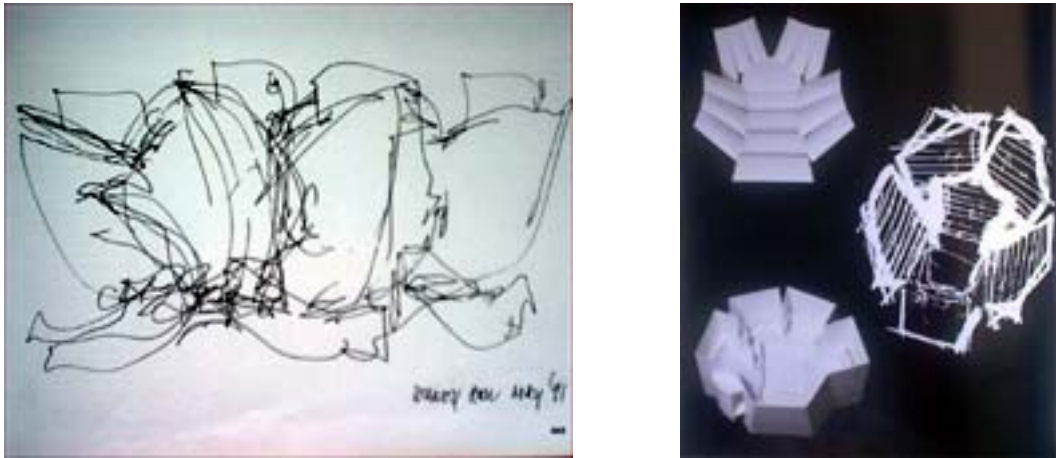


Fig.13: Croquis conceptual y modelos digitales - Proceso de Proyecto de la Sala de Conciertos.

El giro del volumen del auditorio hacia el noreste y la disposición de las formas metálicas anejas refuerzan esta intención de presentarse de manera oblicua, consiguiendo extender su imagen en diagonal a lo largo de la Grand Avenue. El edificio reconoce así la importancia de la avenida como nuevo eje cultural y se inserta en la serie de instituciones conectadas por ella: el Museo de Arte Contemporáneo, obra de Arata Isozaki, la Academia de Artes Colburn y la nueva catedral de Nuestra Señora de Los Ángeles, construida por Rafael Moneo. En contraposición a este despliegue, la esquina opuesta aparece claramente como una parte trasera. Los volúmenes escamados, que acogen lo esencial del programa vinculado a la música, emergen de un generoso basamento revestido de piedra arenisca y travertino que alberga las oficinas, la cafetería y otras funciones secundarias. Sobre la cubierta de este zócalo y rodeando el auditorio se extiende un jardín público, desde el que se accede a un pequeño anfiteatro al aire libre (Fig.14).

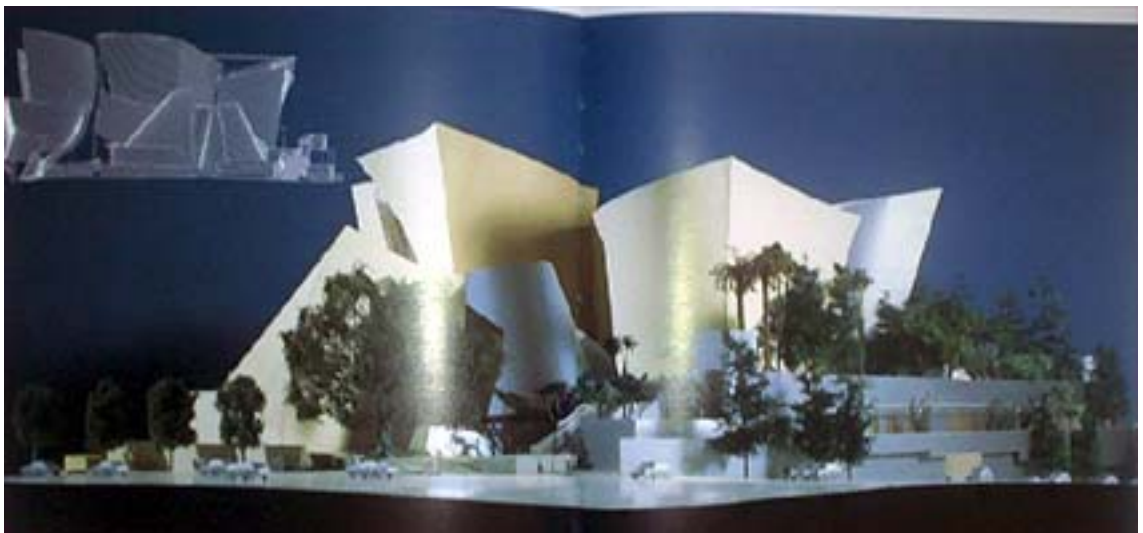


Fig.14: Imagen fotográfica y Maqueta de la Sala de Conciertos.

La inserción en el lugar es explorada a través de fotomontajes de maquetas con fotos aéreas de la esquina. Además de numerosas maquetas de distintos materiales y acabados, que parecen probar alternativas constructivas pero también códigos funcionales, especialmente en los interiores. La acústica de la sala, con 2.265 asientos de tapicería floral y multicolor, fue una de las preocupaciones principales del proyecto. El concepto de viñedo, inspirado en la Philharmonie berlinesa de Hans Scharoun -en el que las filas aterrazadas de asientos se disponen en círculos concéntricos al escenario-, tuvo que ser confrontado e hibridado con el modelo de caja, por el que abogaban los músicos y los especialistas en acústica. El resultado final, elaborado tras minuciosos estudios que implicaron realizar numerosas maquetas con las configuraciones de los auditorios más famosos del mundo-del Concertgebouw de Amsterdam a la Musikverein de Viena-, alcanza a conjugar las exigencias de ambos modelos.

No obstante y al margen de cuestiones técnicas, el interior responde al convencimiento de que el espectador aprecia mejor la música si se siente a gusto y disfruta de las cualidades visuales del recinto destinado a la audición. Quizá por este motivo el espacio ofrece, en contraste con la cáscara exterior inoxidable, un aspecto blando y cálido, al que colaboran tanto las superficies curvas como los tres tipos de madera -abeto, roble y cedro- que se han empleado como revestimiento; también el falso techo en forma de dosel toma el ambiente más íntimo y recogido. Por último, el órgano, diseñado en colaboración con Manuel Rosales, surge flanqueado por filas de butacas tras el escenario, donde un generoso ventanal baña con luz natural los conciertos diurnos y los ensayos, realizando el perímetro de la sala y estableciendo una conexión con el exterior (Fig. 15).

La utilización del software CATIA para los planos y despieces de la estructura modelada tridimensionalmente es ya realizado de una manera standard en este proyecto y se extenderá en los restantes diseños de Ghery. Lo mismo en su relación con la fabricación automatizada de diversos elementos. Analizando geométricamente el ensamblaje entre los elementos, lo que convierte el diseño de construcción en un

verdadero catálogo de piezas únicas. Volviendo de esta manera, a través de la industrialización más avanzada, a una artesanía digital que remite a los primeros croquis o incluso a los primeros trabajos de mobiliario de Ghery. El montaje estructural también exige una cuidadosa planificación y diseño tridimensional, desmembrando no solo los elementos constructivos sino también sus procesos. Esta organización de obra sería imposible sin la profusión de dibujos constructivos, como también de sistemas de programación de tareas por ordenador y los más completos sistemas de comunicación digital entre diseñadores y ejecutores. De este modo se logra una artesanía a escala gigantesca, como si las antiguas catedrales medievales fueran realizadas a máquina.



Fig.15: Maquetas en la Bienal de Arquitectura de Venecia 2004.

El abundante y diverso proceso de trabajo de Ghery para estos magnos proyectos, se corresponde con su sofisticada ejecución, dentro de amplios y complejas tareas de gestión, obteniendo edificios singulares para encargos de gran categoría en ciudades emblemáticas. Esta individualidad, es a la vez tributaria de una marca del diseñador y de una necesidad de reconocer la institución y la ciudad en la cultura de la globalización. En este sentido la paradoja de artesanía industrializada, se advierte también en el paradigma de la obra única, de marca en la sociedad de consumo. La intensa integración de medios tan tradicionales como los bocetos libres y las maquetas de materiales, con los estudios geométricos y constructivos por ordenador, conforman un conjunto de técnicas de representación, pero también una estrategia

particular de abordaje del diseño, que no se confía en la indiferencia de los planos dibujados, ni en la fascinación de los render, sino en la exploración meticulosa de la forma y su ejecución (Fig. 16).

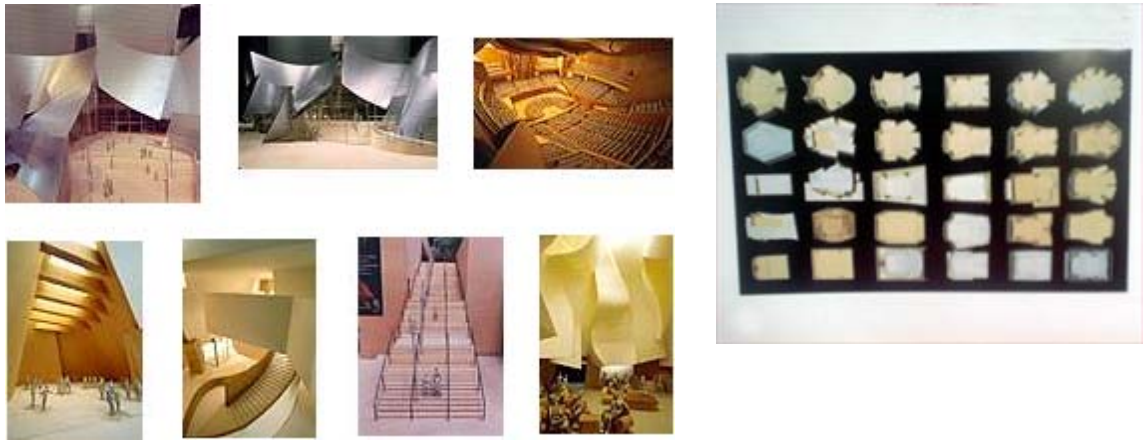
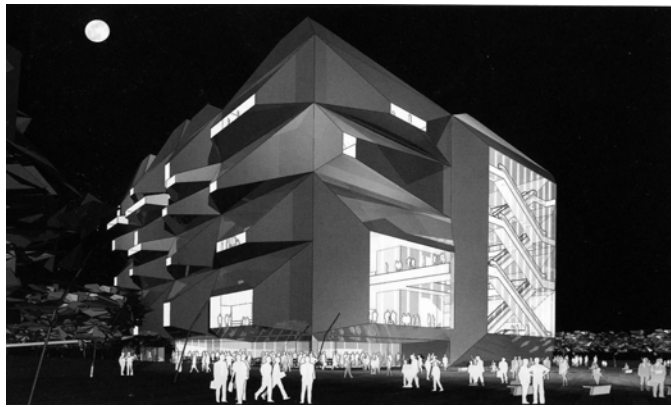


Fig .16: Maquetas en la Bienal de Arquitectura de Venecia 2004.

6 - Procesos de fluidez



6. Procesos de fluidez

La incorporación de las tecnologías de la información en la práctica arquitectónica no ha tenido tan sólo consecuencias vinculadas con las nuevas posibilidades formales y expresivas que éstas facilitan. La aplicación de los sistemas digitales supone una transformación de los modos de vida a escala global. Algunos equipos de arquitectos han estado especialmente atentos a las nuevas funciones que la arquitectura debe incorporar en el seno de una sociedad en constante cambio, donde los valores de solidez y perdurabilidad han dado paso a un pensamiento arquitectónico vinculado con la velocidad, la flexibilidad y la fluidez de la sociedad contemporánea. Muchos proyectos tratan de constituirse como estructuras abiertas que permitan reunir un alto grado de complejidad en los usos posibles que acogen una vez construidos. Pero la complejidad arquitectónica relacionada con la fluidez y flexibilidad de los modos de vida de la era digital no reside únicamente en las formas y los usos de los proyectos, pues es también fundamental la manera en que ha afectado al proceso mismo de creación y en la organización de los estudios de arquitectura.

En efecto, las oficinas en las que se proyectan algunos de los edificios más representativos de la arquitectura contemporánea pueden definirse como redes de creación y de organización de información, donde se incorporan todas las posibilidades de las tecnologías de la comunicación. La “idea” arquitectónica es progresivamente compleja y descentralizada, articulándose a nivel internacional con los colaboradores necesarios. Por ello, una consecuencia lógica ha sido el auge de los estudios de arquitectura configurados con más de un arquitecto responsable. Los retos y las exigencias de una arquitectura que se produce (y compite) a escala global generan modos altamente complejos y flexibles de organización de los estudios y de sus procesos creativos.

Uno de los estudios de arquitectura que han sabido aprovechar y conceptualizar más imaginativamente la complejidad de las condiciones contemporáneas de producción arquitectónica y la flexibilidad de los procesos de proyectación ha sido, sin duda, el equipo FOA (Foreign Office Architects), dirigido por Alejandro Zaera-Polo y Farshid

Moussavi. Pertenecientes a lo que ellos mismos denominan como una segunda generación de arquitectos que operan en un ámbito globalizado¹, el núcleo de sus intereses se diferencia de los de la primera generación, que se caracterizaba por la “consistencia estilística”. El trabajo de FOA se aleja de la idea de estilo para centrarse en la evolución, la complejidad y la mutación que buscan acoger tanto en cada uno de sus proyectos como en su trayectoria arquitectónica. La imagen fluida y mutable de una ola (como la ola pintada por Hokusai², que constituyó la imagen metafórica de su primer gran proyecto a escala internacional –la Terminal Marítima Internacional de Yokohama– y que puede entreverse en las ondulaciones de su proyecto para el Fórum de Barcelona) es también la de su modo flexible, evolutivo y mutante de entender la arquitectura en la era de lo digital.



Fig 1: Concepto del proyecto “La gran ola de la costa de Kanagawa”, pintada por Hokusai.

¹ ZAERA-POLO, Alejandro; MOUSSAVI, Farshid, *Filogénesis. Las especies de FOA*, Barcelona: ACTAR, 2003, pag.7.

² Esta imagen es “La gran ola de la costa de Kanagawa”, pintada por Hokusai, un famoso artista japonés de finales de 1800 y principios de 1900. Es parte de *Las 36 vistas de la serie de Fuji* (1823-29). Esta impresión suele usarse como un gráfico en la literatura de tsunamis; sin embargo, los tsunamis no siempre se manifiestan como la gigantesca ola que aparece en la figura. Revista Quaderns, 245: Q 5.0, abril 2005, pag. 79.

6.1 El proceso como material constructivo

La principal característica de FOA a la hora de hacer arquitectura es el modo con el que dan prioridad al proceso de trabajo. Al empezar un proyecto, no tienen ninguna idea definida de cuáles serán los elementos espaciales que intervendrán en el resultado. Por ello, no trabajan buscando un resultado formal concreto, sino que dejan que sea el propio proceso de diseño arquitectónico el que vaya indicando las decisiones a tomar. En otras palabras, se entiende el proceso de trabajo como un organismo que evoluciona y se adapta a los condicionantes externos. Se consideran estos condicionantes no como una limitación a la creatividad del arquitecto, sino como un factor clave con el cual enriquecer el proyecto.

Deudores también del trabajo y la postura ideológica de Peter Eisenman, como él, usan la técnica de la superposición de formas e ideas. Combinan las lecturas contextuales del sitio con los aspectos materiales y buscan, por este camino, la complejidad en lo que denominan “el relato contextual del sitio”. La superposición de capas de ideas que progresivamente se van asociando al proyecto, define un “modelo diagramático” con el que obtienen una imagen compleja y sintética de las intenciones que buscan explorar. Esta imagen flexible de conceptos y formas se usa para distorsionar constantemente el diseño original y hacer un nuevo diseño que sigue las líneas y direcciones sugeridas por la evolución del modelo diagramático. Exploran la escala y la rotación, tratando de encontrar una forma significativa de los elementos analizados y realizan una argumentación que la articule conceptualmente.

En su estudio no existen jerarquías ni protocolos de comunicación. Tampoco la toma de decisiones responde a una estructura piramidal. Todo el mundo participa de todo. Se promueve la reflexión y el debate interno para crear un marco de trabajo del que todos se sientan parte integrante. Este debate en torno a las ideas, además de tener una evidente aplicación práctica, es la manera con la que FOA, como estudio, se convierte en un centro generador de teoría. Todo el material, teórico y práctico, generado de forma paralela al proyecto arquitectónico, se convierte así en una especie de sistema de retroalimentación. En cierta medida, es sobre este modo de

operar que se establecen los fundamentos teóricos del estudio. El equipo, por tanto, se ve emplazado a generar conocimiento y a innovar en sus propuestas formales. Esto supone una mayor implicación y un esfuerzo más intenso por parte de los integrantes del equipo. Esta energía obtenida a partir de la experimentación, el debate y el compromiso de todos los que intervienen en el proyecto explica la complejidad formal del resultado. Esta manera de trabajar responde tanto a la explotación de novedosos recursos creativos como a la voluntad de hacer una arquitectura acorde con su tiempo. La flexibilidad de los sistemas en red y la mutabilidad de los proyectos concebidos como organismos vivos se aplica no desde la mimesis formal, sino incorporando ya en su génesis la inestabilidad del presente. Se entiende el papel del arquitecto como agente que debe operar en un mundo globalizado y en cambio continuo.

Podríamos afirmar que el interés de FOA por los métodos y procesos de trabajo antes que el interés por un fin concreto concebido desde lo formal, se contrapone a la manera con que Frank O. Gehry concibe la arquitectura. En Gehry, el proyecto empieza partiendo de unas premisas claras sobre qué tipo de efectos espaciales deben incluirse. Por el contrario, en FOA no se preconice nada ni se diseñan efectos espaciales *a priori*. En FOA, tal como ellos afirman, la prioridad es explorar los materiales y las técnicas como fuente de conocimiento, a partir de modos de generar ideas y efectos: *“Nosotros no controlamos el efecto final desde el comienzo. Estamos interesados en que el proyecto nos devuelva un efecto final quizá inesperado, pero mantenemos en todo momento el control del proyecto. Lo que hacemos es construir el sistema que genera el proyecto.”*³

³ DÍAZ MORENO, Cristina; GARCÍA GRINDA, Efrén, “Complejidad y consistencia. Una conversación con Farshid Moussavi y Alejandro Zaera”, *El Croquis* 115-116 [I], 2003.

Su arquitectura es narrativa en el sentido de que el resultado final es un reflejo de la evolución que el proyecto ha seguido a lo largo del proceso de su gestación. De este modo, la generación de complejidad es más alta que la que se produciría mediante un trabajo que operase con ideas fijas. Zaera y Moussavi describían esta apertura narrativa de su arquitectura en una entrevista: *“Quizá sea éste el avance más importante que la tecnología de la información ha incorporado a nuestra práctica: podemos diseñar, sintetizar y proliferar historias específicas, guiones para un proyecto. Escribir un proyecto, como Eisenman; introducir un desarrollo secuencial más que desplegar una forma, una imagen. Proliferar, esperar el surgimiento del proyecto. Código de escritura: a ver qué pasa si. Ya no estamos atrapados por la compulsión tradicional de reproducir modelos históricos o inventarlos desde cero. No tenemos que producir un proyecto como una reproducción, derivación o invención de un modelo histórico. Para producir complejidad no necesitamos hacer collages: podemos sintetizar los procesos de generación como una especie de movimiento acelerado, añadiendo información integralmente a la construcción. Estos añadidos secuenciales e integradores producen efectos más ambiguos y más capaces de resonar a distintos niveles que las declaraciones, metáforas, alegorías o reproducciones ideológicas expresadas clara y abiertamente.”*⁴

Desde sus primeros proyectos, el equipo de FOA ha ido elaborando sus propias claves para la representación de sus propuestas, explorando el arsenal de recursos gráficos que les permiten manejarlas y expresarlas adecuadamente. Su interés por buscar fórmulas que acojan y registren la evolución narrativa de su trabajo les ha llevado recientemente a trazar un modo específico para representar el modo general en que evoluciona su trayectoria (bajo la noción de “filogénesis”, que se tratará al final del capítulo) y otro para el modo en que cada proyecto se constituye mediante una complejidad de ideas y funciones, para el cual han recuperado la noción de “diagrama”.

⁴ ZAERA-POLO, Alejandro, “Como una montaña rusa”, *Verb Processing*, Barcelona: ACTAR, 2001.

6.2 Diagramas

*“Es muy importante distinguir entre un diagrama, un dibujo y un gráfico, que constituyen el arsenal técnico de la arquitectura no representativa. Los diagramas se han convertido en otro tema clave del discurso arquitectónico, después de unos cuantos años de olvido”*⁵. Un modelo diagramático va más allá de representar de una manera gráfica los aspectos funcionales. Su intención es asociar componentes metodológicos y expresiones de ideas. El diagrama no tiene porqué contener necesariamente datos métricos o geométricos, pues éstos resultan del despliegue de otros diagramas o de la propia información que incorpora el programa del proyecto o de las asociaciones metafóricas que busca indagar. Es un instrumento para determinar y explorar el comportamiento arquitectónico del proyecto de un modo abierto y experimental. Por ello, como ellos mismos señalan: *“Un diagrama puede estar ligado a ciertas áreas de actuación –por ejemplo, a determinado tamaño o a la extensión de las organizaciones en estudio– y se refiere a procesos que ocurren a veces en el espacio real y a veces en otras dimensiones de la realidad.”*⁶

En el diagrama de la figura (Fig. 2) se destacan de forma rápida y directa las siguientes características: se expresan las fuerzas que actúan en el proyecto; se resume y abarca la complejidad de un sistema; se genera una gran riqueza de ideas y conceptos; se controla el proceso evolutivo de la forma; se representan visualmente las decisiones arquitectónicas ante los rasgos espaciales del proyecto.

⁵ FOA, “Código FOA Remix 2000”, 2G 16, 2000, pág. 140.

⁶ ZAERA-POLO, Alejandro, “Como una montaña rusa”, *Verb Processing*, Barcelona: ACTAR, 2001.

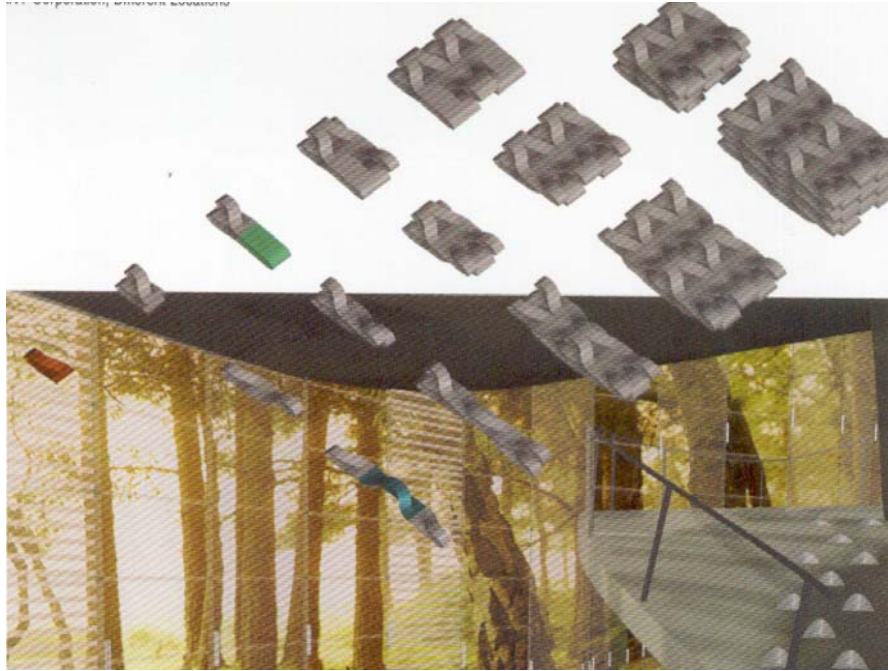


Fig. 2: Diagrama _render de la Virtual House (1997)

Según palabras de Manuel Gausa, un diagrama es “*la representación gráfica del curso de un proceso dinámico sintetizado mediante compresión, abstracción y simulación*”⁷. Esta síntesis tiene que ser lo más económica posible. Y es precisamente en esta economía que el diagrama encuentra su valor expresivo y operativo. De este modo, el diagrama es capaz de sugerir a través de su potencial, que es al mismo tiempo una visión sintética del proyecto y un incentivo para el desarrollo del mismo.

⁷ GAUSA et al, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003, pag. 162.

Como dice Stan Allen⁸, *“lejos de las teorías clásicas basadas en la imitación, los diagramas no clasifican o representan objetos ya existentes, sino que anticipan nuevas organizaciones y especifican relaciones todavía no realizadas. El diagrama no es simplemente una reducción de un orden existente. Su abstracción es instrumental, y no un fin en sí misma”*. Su manifestación gráfica es a la vez formal y programática, es decir, transmite la forma y el contenido del objeto arquitectónico. Explica la forma y también su actividad. El diagrama no es algo cerrado, sino una descripción de posibles relaciones entre elementos. Siguiendo con Stan Allen, el diagrama *“no sólo [es] un modelo abstracto de cómo las cosas se comportan en el mundo, sino un mapa de posibles mundos”*. Con el diagrama, por tanto, el contenido no es algo fijo y cerrado, sino que es una multiplicidad de potenciales.

Pero los diagramas no reducen su función al proceso interno del estudio. Tan importante como la propia concepción del proyecto, es la comunicación del mismo. Por un lado, es necesario que los técnicos que colaboran en el trabajo (arquitectos, ingenieros, etc.) entiendan qué tienen entre manos. Pero este interés por comunicar o transmitir el proyecto no se limita a los agentes directamente implicados en su realización; también es importante poder comunicar el proyecto a promotores y clientes. Es necesario que entiendan de la manera más clara y rápida posible los argumentos y las repercusiones de la obra arquitectónica. Y si ampliamos el radio de acción de la arquitectura contemporánea, encontramos a los profesionales y a los estudiantes de arquitectura, pues su demanda de revistas y libros especializados es muy importante. Por ellos pasa, en definitiva, la difusión del trabajo de los estudios más relevantes de cada generación. Es en este sentido que también cobra especial relevancia la capacidad comunicativa del proyecto, y en los últimos años se ha hecho cada vez más significativo el tiempo y los medios empleados en los estudios para asegurar esta comunicación. Más allá de lo que hasta ahora se entendía como práctica profesional de un estudio de arquitectura, la comunicación se convierte en

⁸ ibídem.

una tarea fundamental a tomar en consideración dentro de los estudios de arquitectura.

Los diagramas adoptan un nuevo sentido con las tecnologías digitales especialmente porque los recursos gráficos se convierten en elementos de contenido, no solo formal, sino también informativo y de registro del proceso. De este modo un esquema gráfico, puede establecer relaciones, distintas versiones, ser compartidos, convirtiéndose en un soporte de discusión conceptual más que en una representación concreta. Aunque el diagrama hace referencia y puede estar vinculado a archivos formales determinados, su integración en los sistemas de información y comunicación lo establecen como un archivo múltiple. Además las herramientas más sofisticadas de planificación (think-thank), bases de datos o cálculo se convierten en soportes de diagramas que recogen una estrategia determinada, pero a la vez variable y cargada de definiciones arquitectónicas (Fig. 3). En este sentido, con las tecnologías digitales el diagrama alcanza un rol intermediario entre las complejidades del proceso y las complejidades de la forma, en un estado de permanente fluidez.

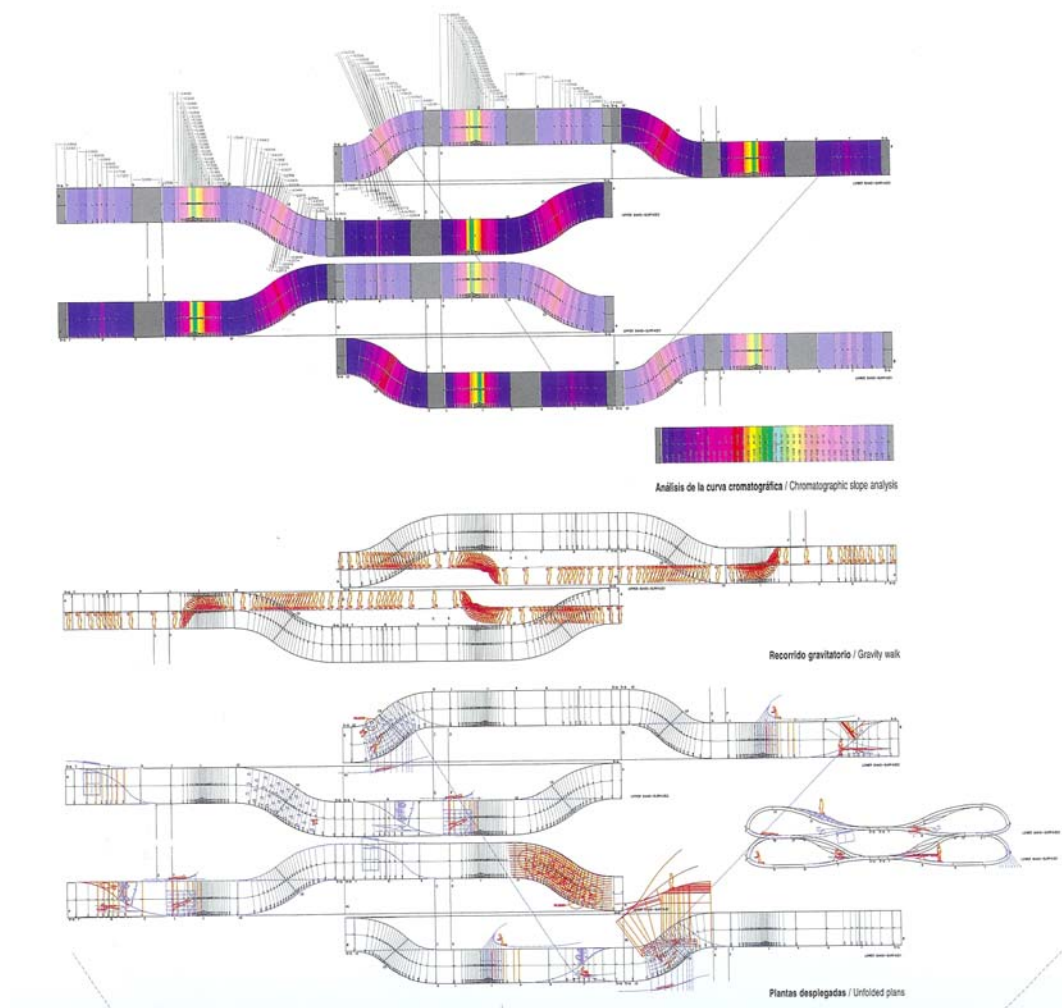


Fig. 3: Diagrama de la planta desplegada de la Casa Virtual, 1997.

6.3 Topografías de la complejidad

Con lo que hasta ahora se ha estado señalando, vemos cómo la incorporación de los sistemas digitales en la arquitectura contemporánea supone, para algunos arquitectos, más que una simple aplicación de herramientas, un modo de pensar y de expresar la complejidad y la fluidez de los modos de vida de nuestro tiempo. Para rastrear con más detalle las ideas y el modo de trabajo del estudio FOA, en relación al mapa que esta investigación trata de situar, se analizarán principalmente dos de sus proyectos: la Terminal Internacional Marítima de Yokohama, y el conjunto del Parque Litoral y Auditorios del Sureste realizado para el Fórum de Barcelona.

El concurso para la Terminal Internacional Marítima de Yokohama realizado en 1994 (Fig. 4) supuso un importante punto de inflexión en la trayectoria de FOA. Ganar el concurso les ofreció la oportunidad de hacer realidad aquello que hasta entonces tan sólo había sido imaginado. Todo el equipo de FOA tuvo que hacer el esfuerzo de demostrar que eran capaces de llevar a cabo un proyecto de tal envergadura. Les llevó siete años, pero consiguieron satisfacer a aquellos que habían depositado su confianza en un nuevo modo de experimentar la arquitectura. El carácter eminentemente tecnológico con el que se expresaba una nueva sensibilidad en los proyectos presentados, ha hecho que se haya llegado a afirmar que *“históricamente se considerará el concurso en que se produjo la eclosión de la arquitectura concebida digitalmente”*⁹.

Las palabras del equipo de FOA, acerca del proyecto de Yokohama, muestran claramente su interés por articular conceptos procedentes de filósofos como Gilles Deleuze, y un modo de entender la arquitectura que trata de explorar el carácter abierto y flexible de la era de la comunicación y los flujos de información: *“Nuestra propuesta para la nueva terminal será como un dispositivo de mediación entre el*

⁹ MASSAD, Fredy; GUERRERO YESTE, Alicia, “FOA: una actitud mental”, en el suplemento “Culturas” del periódico *La Vanguardia*, Madrid, 08 de septiembre de 2004. http://www.vitruvius.com.br/drops/drops09_02e.

sistema de espacios públicos de Yokohama y la gestión del flujo de pasajeros. Un mecanismo para una desterritorialización recíproca: la de un espacio público que rodea la terminal, y la de una estructura funcional que se convierte en el molde de un espacio público atipológico, un paisaje sin instrucciones para ser ocupado”¹⁰.



Fig. 4: Render de la presentación para el concurso del Puerto Internacional de Yokohama, Japón.

El concepto inicial del proyecto se resumía en el intento de generar una organización a partir de un modelo de circulación, como desarrollo de la idea de hibridación entre un cobertizo –un contenedor más o menos indeterminado– y el suelo. El primer paso fue elaborar el diagrama de circulación como una estructura de bucles entrelazados que permitiera múltiples vías de regreso. La conexión entre las vías de circulación siempre se determinó como una bifurcación, por lo que más que fijar el programa como una serie de espacios adyacentes con límites más o menos determinados, se articuló como una secuencia ramificada a lo largo del sistema circulatorio. Una vez

¹⁰ ZAERA-POLO, Alejandro, “Como una montaña rusa”, *Verb Processing*, Barcelona: ACTAR, 2001.

establecidas las primeras ideas de funcionamiento, se llegó a lo que ellos denominan “diagrama de no-retorno”, que es el primer intento de que el edificio tuviera un particular rendimiento espacial. Su simplicidad es tal que da oportunidad de generar a partir de él todo el sistema de flujos que luego aparecerá en el edificio construido.

El diagrama explica la circulación de visitantes, personal, coches y barcos a través de la terminal y del espacio público superior. Se trata sólo de un esquema bidimensional con todo tipo de anotaciones. En un desarrollo posterior de este diagrama, se añaden vistas *renderizadas* de los espacios señalados, produciendo con el dibujo en 3D el efecto final del espacio proyectado (Fig. 5). Finalmente, el diagrama tridimensional de circulaciones relaciona, mediante una vista axonométrica explosionada con líneas y flechas coloreadas, los distintos niveles del edificio y sus conexiones tanto horizontales como verticales.

Al mismo tiempo, se acopla la geometría de la superficie generada a partir de la curva *spline*, en una geometría de curvas complejas, hecha a partir de una gama de siete radios, produciendo la superficie a partir de la intersección de superficies cónicas o cilíndricas de radios regulares, con el objetivo de simplificar el proceso de fabricación. La continua necesidad de producir más información condujo a la consideración de construir las jácenas a través de la rotación a intervalos regulares de las mismas plantillas de montantes a lo largo de las “líneas de control”, que también debían acoplarse a curvas complejas. Se pensó también en producir simetría local en los pliegues transversales, haciendo que la entrega con las jácenas se realizara de forma ortogonal. Para conseguirlo, se pasó de la retícula transversal paralela del proyecto del concurso a una retícula topológica basada en las líneas de control que determinaban la geometría de las jácenas. De esta forma, se pasaba de un espacio de bandas o “rasterizado”, en el que cada punto está determinado por información local, a un espacio vectorial, en el que cada punto está determinado por órdenes globales diferenciadas. *“Este tipo de descubrimientos son aquéllos que pensamos que pueden convertir los procesos de naturaleza meramente técnica en disciplina arquitectónica, dejar que surja la disciplina a partir de la producción y no*

*tanto a partir de una relación crítica o ideológica con la constitución previa de la disciplina*¹¹.

Durante el proceso de construcción, la compleja geometría tridimensional de la estructura significó para FOA el problema más interesante del proyecto. Tratar de resolverlo originó toda una serie de geometrías y formas inesperadas, surgidas espontáneamente de la propia pragmática proyectual.

Un ejemplo de cómo el resultado formal iba evolucionando con el desarrollo del proyecto fue la determinación de la trama geométrica del proyecto, de la retícula¹². En la fase de concurso, la propuesta se generaba por un análisis de la localización espacial a través de una secuencia de secciones transversales paralelas que describían las condiciones locales cada 15 metros y se acoplaban a lo largo del eje del edificio. La necesidad de tener más información en la determinación del proyecto provocó el aumento de la resolución de las secciones transversales de 15 a 5 metros, introduciendo dos nuevas secciones en cada banda, además de la evolución de las plantas (Fig. 6 y 7). Estas nuevas secciones se determinaron mediante la técnica de “líneas de control” –basadas en la ubicación de elementos como las plataformas de embarque y para visitantes, el aparcamiento, los vestíbulos, etc.– convertidas en *splines*. Con esta técnica se consiguió establecer un argumento de coherencia entre las distintas secciones.

El uso de múltiples secciones permite controlar la geometría del edificio en intervalos muy pequeños. Este recurso funciona muy bien en aquellos casos en que el edificio presenta secciones cambiantes y es necesario conocer la información que se acumula en cada una de ellas. En este ejemplo observamos cómo los requerimientos de la fase constructiva y su resolución a través de medios informáticos dan lugar al resultado formal del edificio. Sin el uso de unos sistemas digitales capaces de

¹¹ *Ibídem.*

¹² *Ibídem.*

modificar datos y fórmulas a lo largo del proceso de diseño y construcción del proyecto arquitectónico, la realización de la obra hubiera sido imposible. Con estas técnicas auto-generativas a partir de unas referencias concretas, se consiguió agilizar el proceso de diseño e integrarlo a las necesidades constructivas.

En Yokohama la superficie del suelo se dobla sobre sí misma. Forma pliegues que además de producir y contener los recorridos que atraviesan el edificio –creando así las condiciones diferenciales del programa– proporcionan también resistencia estructural, si pueden observar en los renders diversos para su mejor comprensión (Fig. 8 y 9).

Otro aspecto interesante, que refleja el interés del estudio en valorar las aportaciones surgidas a lo largo del proceso, es que si bien la mayor parte del proyecto de Yokohama fue diseñado en el estudio de FOA en Tokio, los detalles constructivos se proyectaron en el estudio provisional que se abrió en la misma entrada del muelle de Yokohama, justo al lado de la obra, y desde el cual se fue siguiendo el proceso constructivo y proyectando nuevas soluciones en función de la evolución que el propio proyecto tomaba. Esto supuso la posibilidad de cambiar o mejorar el proyecto a medida que se construía. Se constató así la importancia que tiene la evolución de las ideas, el proceso de proyecto y, también, la importancia del esfuerzo por un trabajo interdisciplinario y en equipo con los ingenieros, los contratistas y el cliente.

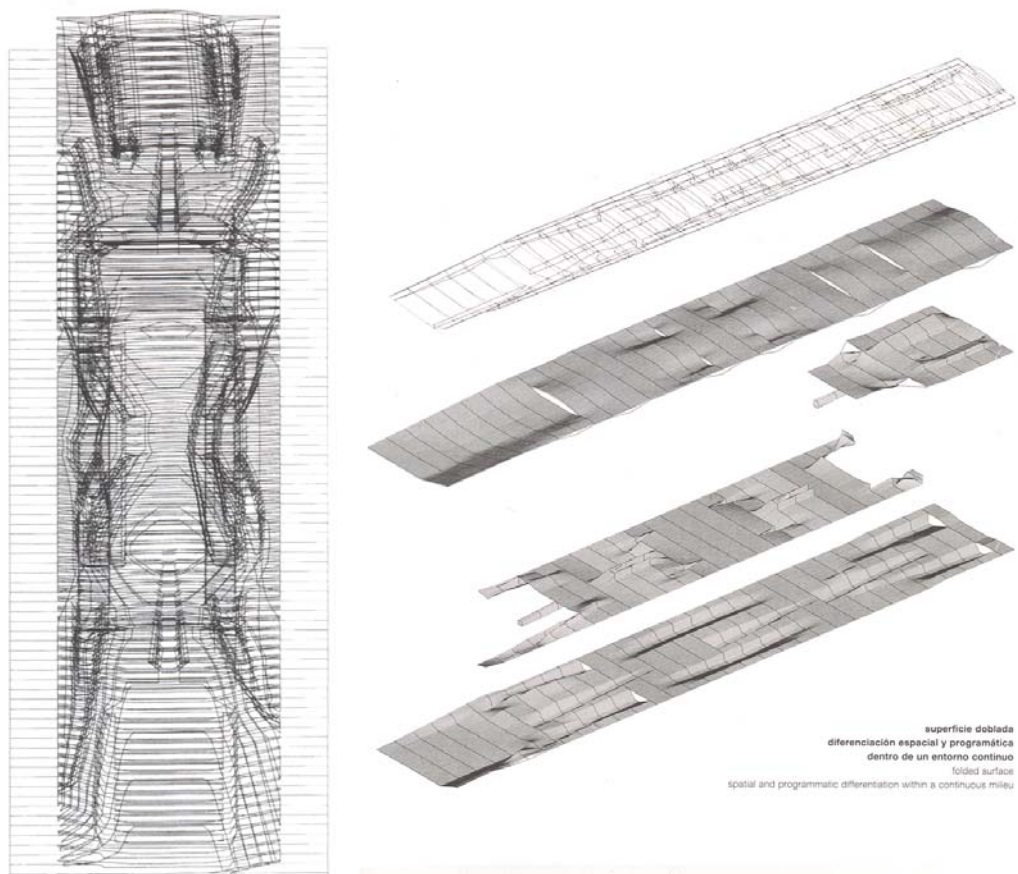


Fig. 5: Planta líneas de nivel, Superficie y estructura diferenciación espacial y programática dentro de un entorno continuo, Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.

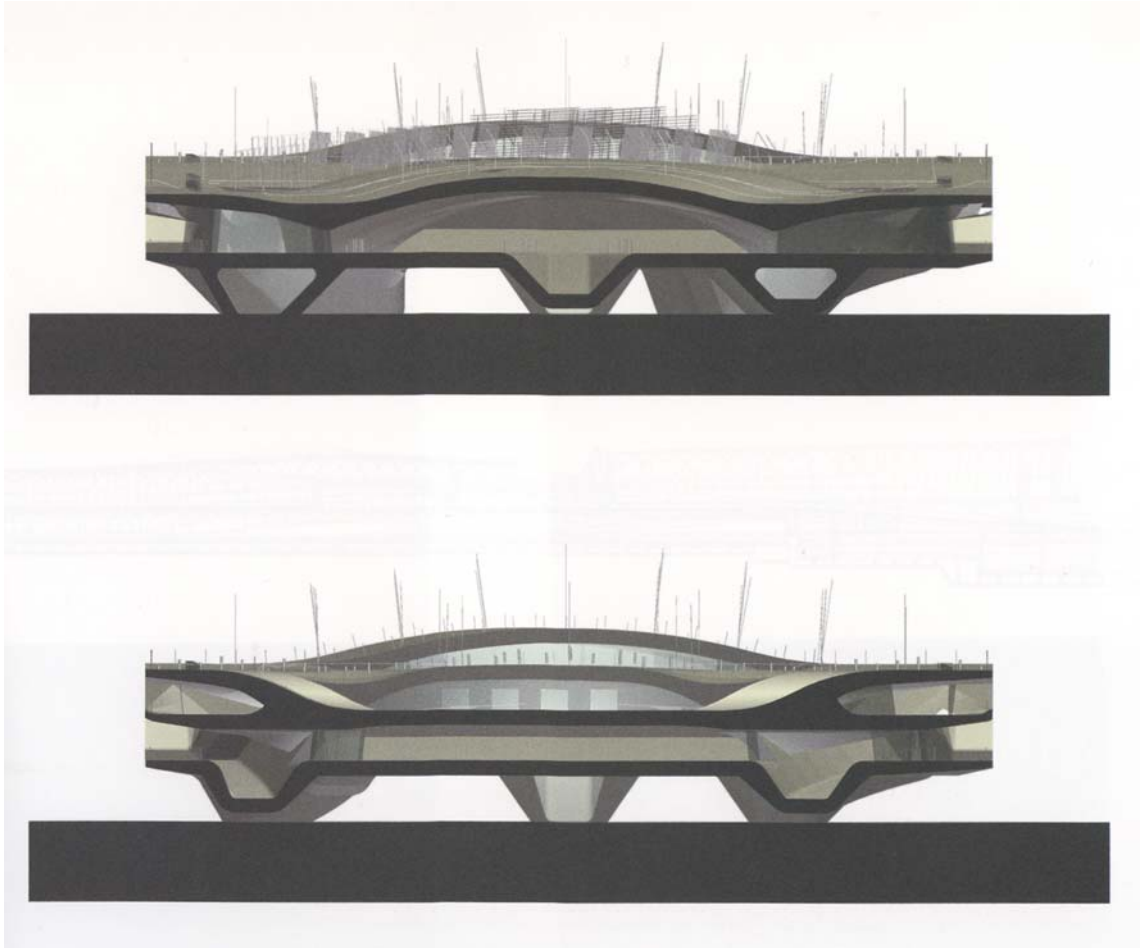


Fig. 6: Secciones renderizadas, del Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.

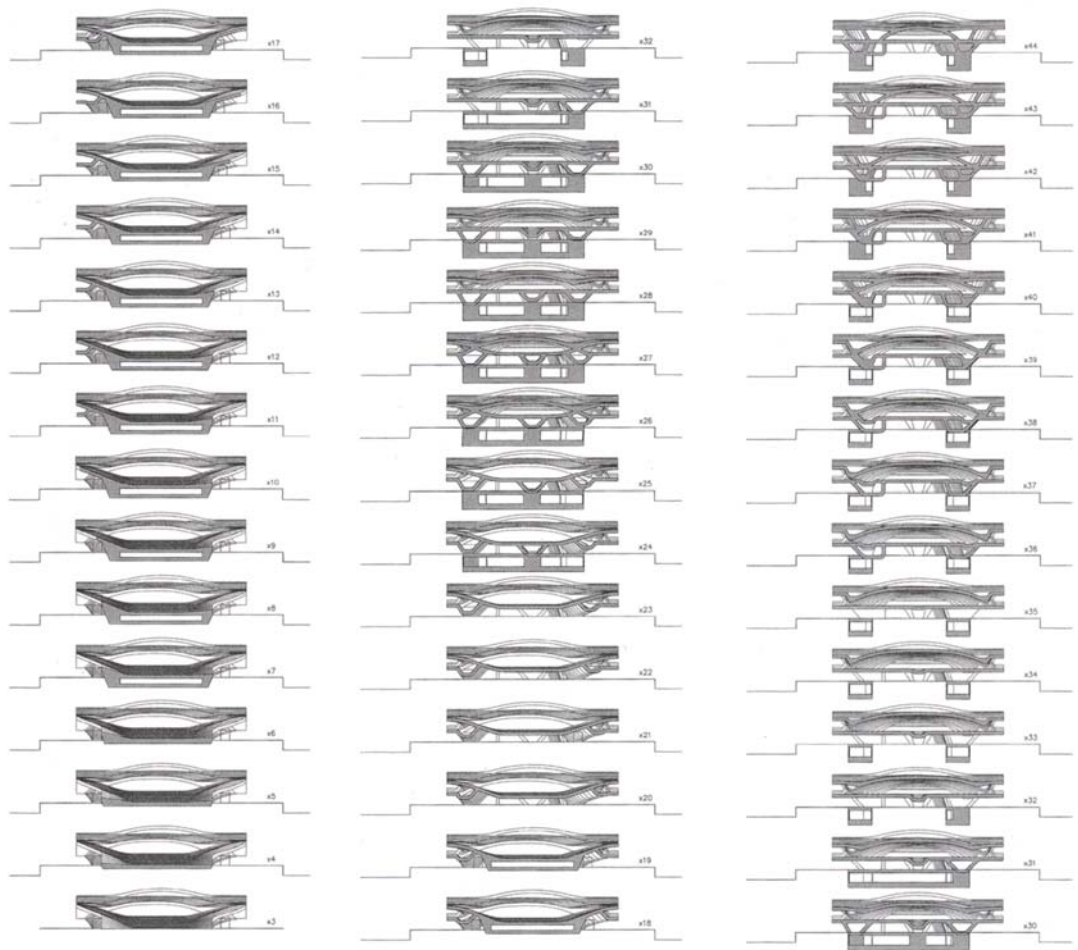


Fig. 7: Secciones transversales en secuencias, del Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.

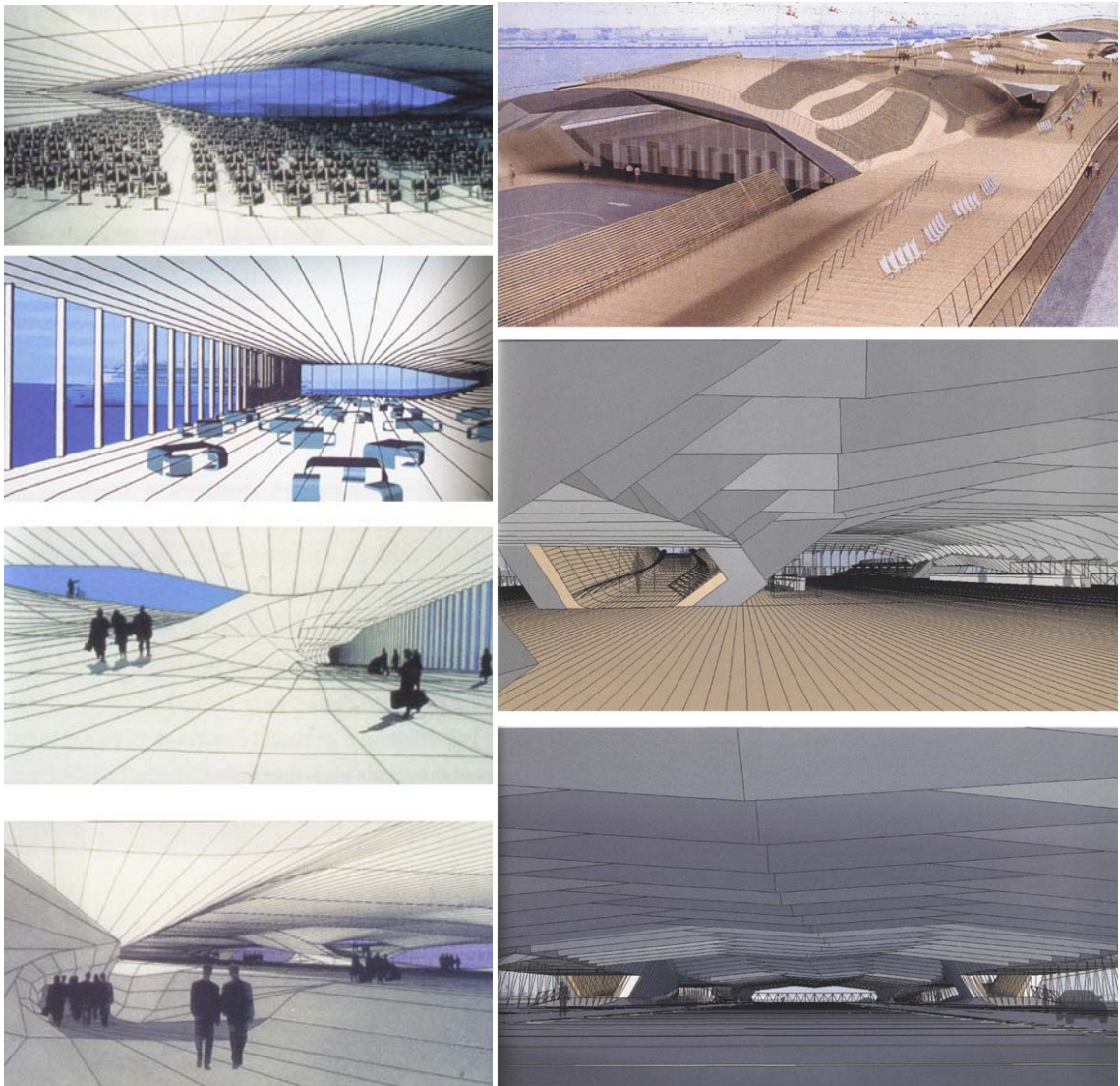


Fig. 8 y 9: Vistas interiores renders facetados, mostrando la transparencia y contacto externo del edificio y renders interior y exterior del Terminal del Puerto Internacional de Yokohama, Japón.

El proceso contempló también la ejecución de algunas maquetas de estudio por secciones en materiales transparentes utilizando tecnologías digitales de corte y ejecución automatizada (Fig.10). Sin embargo éstas se realizaron fuera del despacho y mas tardíamente que el desarrollo del diseño, por tanto parece fueron destinadas más a la exhibición y promoción de capacidades avanzadas que a la evolución del proyecto que se representa gráficamente (Fig.11). Lo que sí supuso una transformación efectiva del proyecto fue la propia ejecución de la obra, con toda la realización de detalles en terreno, modificaciones estructurales y selección de materiales. Muchos tratamientos se fueron distanciando de las imágenes iniciales que explotaban la abstracción de los recursos digitales (Fig. 12), mientras los elementos constructivos reales asumían la patina de los materiales y la resolución de los problemas reales, como barandillas, encuentros, etc. De modo que las imágenes de la obra construida (Fig.13 y 14) sorprendieron a más de alguno en la realización física de tantas evoluciones digitales.

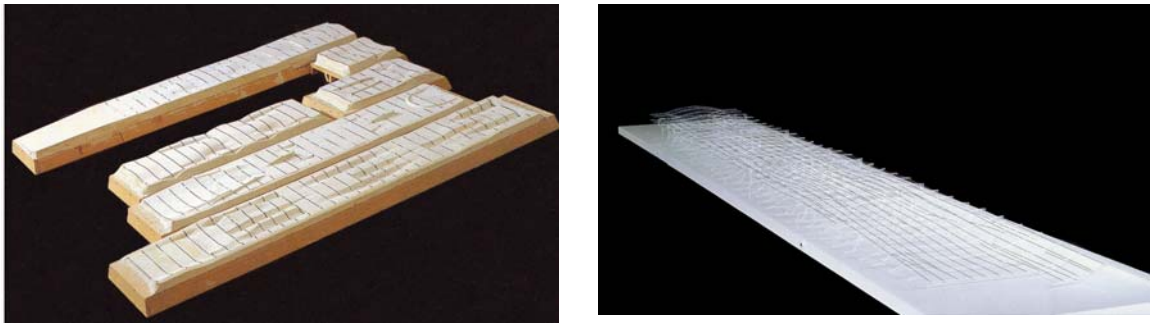


Fig. 10: Moldes para la fabricación de la maqueta y Maqueta transparente, del Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.

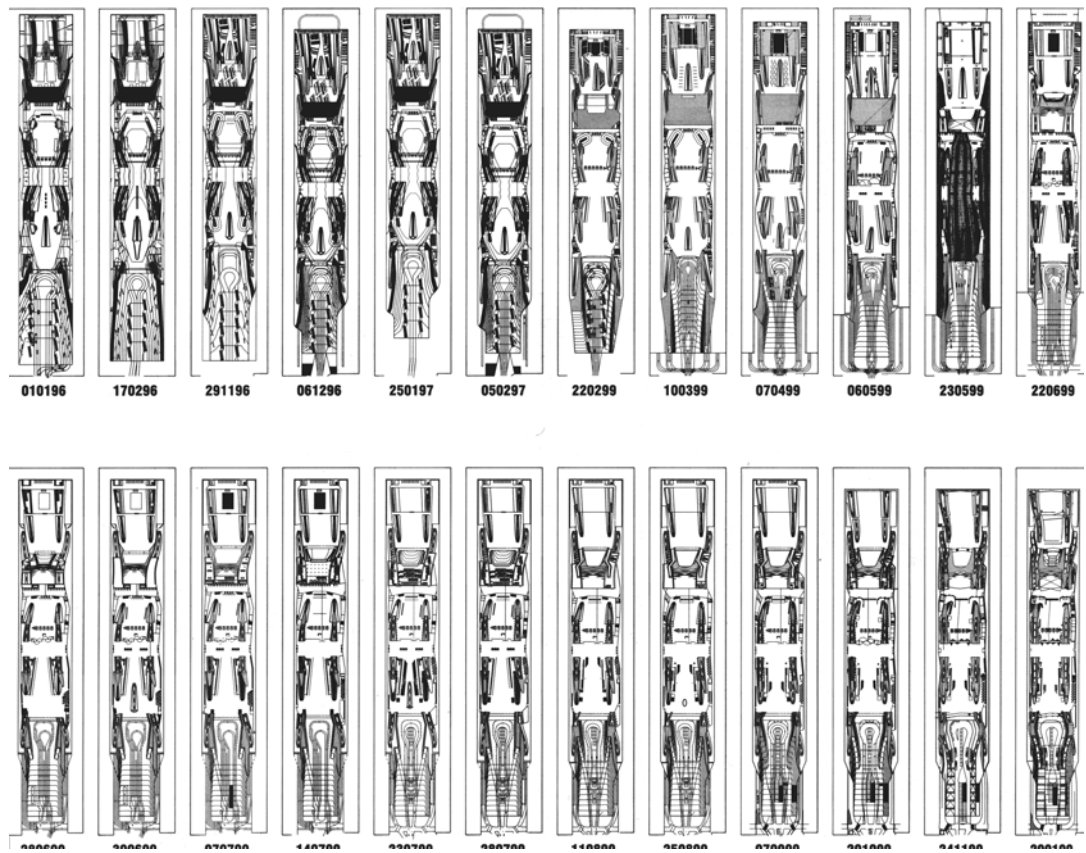


Fig.11: Evolución de la planta del edificio desde enero de 1996 hasta 2000, del Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.

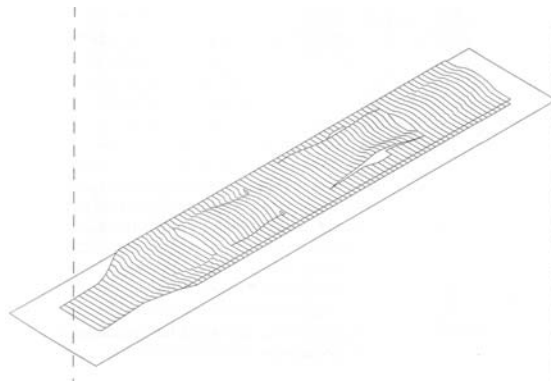


Fig.12: Isométrica síntesis wireframe, del Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.



Fig.13 y 14: Imágenes fotográficas de la obra construida, del Puerto Internacional de Yokohama, Japón, 1994.

El grupo FOA participó también en el concurso de proyectos para las transformaciones en el frente marítimo de Barcelona con motivo de la realización del Fórum Internacional de las Culturas 2004 (Fig. 15). En esta área fue construido un gran complejo de edificios e instalaciones, en la que FOA desarrolló el proyecto del Parque Litoral y Auditorios del Sureste (2003).

En este proyecto se observa claramente la manipulación del terreno para originar una especie de tapiz urbano que se convierte en paisaje. El material, en función de sus características intrínsecas, configura y da forma al edificio. Según FOA, la forma no es aleatoria y determinante: *“Las actividades tienen propiedades físicas, materiales, geométricas (peso, fricción, dureza, cohesión, durabilidad, textura, etc.) y, por lo tanto, pueden ser empleadas para construir de modo similar al que utilizamos con los materiales físicos tradicionales¹³”* (Fig. 16).



Fig.15: Vista aérea fotográfica del Parque Litoral y Auditorios del Sureste (2003).

¹³ Ibídem.

El objetivo propuesto por FOA es *“trascender la consistencia social y lingüística de los programas, aprender sus propiedades materiales y las formas de construir con ellos”*¹⁴. El equipo de FOA intentaba desarrollar una estructura de comandos con un determinado sentido –un protocolo y una secuencia– de forma que el proyecto fuera creciendo poco a poco. En palabras del propio Zaera-Polo: *“Evidentemente cuando entras dentro de la herramienta te das cuenta de que te permite pensar de forma distinta, pero esto fue con lo que empezamos a trabajar bastantes años después. [...] Esta dinámica empezó a formar parte de la investigación: cómo se puede hacer un proyecto como si tuvieras que escribir el proyecto antes que el proyecto aparezca.”*¹⁵

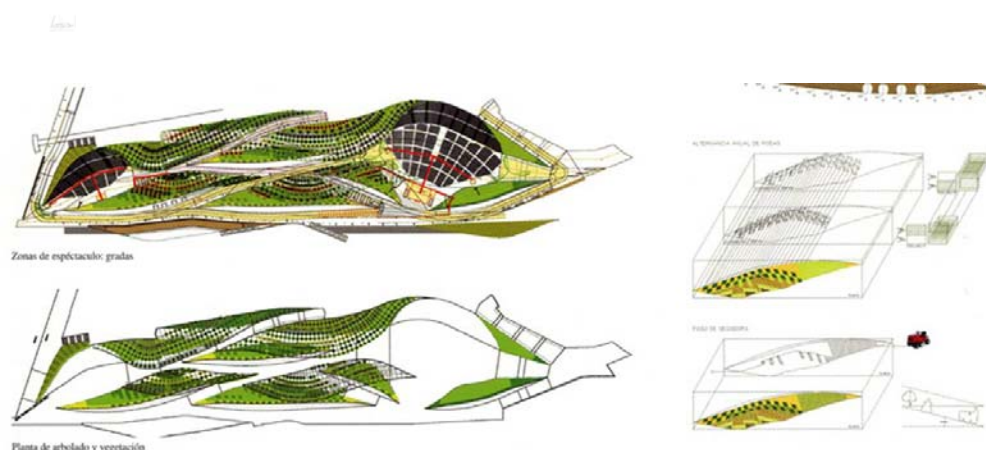


Fig.16: Diagramas del Proyecto de Parque Litoral, 2003.

Este modo de trabajo que evita una prefiguración rígida de la forma final del proyecto era consecuente también con las ideas que buscaban expresar en él. La fluidez y mutabilidad de las dunas en las zonas costeras fue la imagen metafórica que sirvió para desarrollar la estructura organizativa de la obra:

¹⁴ Ibídem.

¹⁵ Ibídem.

*“Nuestra propuesta pretende erigirse como una alternativa a la geometría racional, artificial y lineal, coherente o contradictoria, y a las aproximaciones geométricas que intentan reproducir los rasgos pintorescos de la naturaleza. Para ello, exploramos las estrategias que intervienen en la creación de paisajes organizativos complejos que surgen a partir de la elaboración de topografías generadas artificialmente mediante una integración controlada de directrices rigurosamente modeladas. El prototipo organizativo que proponemos para el parque se inspira en las dunas, un modelo frecuente en las zonas costeras. Constituyen una forma de organización material con escasa estructura interna, la arena, cuya forma queda a merced del viento. La estructura de la distribución programática se basa fundamentalmente en el análisis de las distintas actividades deportivas y de ocio que tendrán lugar en las plataformas que permiten generar las topografías. Esas actividades se configuran como una red de varios circuitos, que permite la gradación de distintas rutas o zonas de actividad – correr, andar, montar en bicicleta o monopatín– y la articulación de una serie de espacios públicos o áreas de descanso.”*¹⁶

Con respecto a los grafismos, en las perspectivas se puede apreciar el uso de la policromía y la visualización del tratamiento de texturas utilizado en el parque. El empleo, cada vez más frecuente, de grandes cantidades de planos vistosos y muy coloridos como instrumentos de representación gráfica arquitectónica generó algunos problemas. Entre ellos destacan la creciente desigualdad entre la presentación de las leyendas, las actividades propuestas y los pictogramas correspondientes. Eso dificultó la plena continuidad entre la concepción y la producción de la arquitectura. Bajo estas condiciones, la representación intenta convertirse en un nuevo instrumento para realizar una especie de “arquitectura del programa”. O sea, un proceso que se apoya exclusivamente en el tratamiento de la información en

¹⁶ ZAERA-POLO, Alejandro; MOUSSAVI, Farshid, *Filogénesis. Las especies de FOA*, Barcelona: ACTAR, 2003.

términos de imágenes, iconografías, modelizaciones y colores, saltando etapas del proceso de producción arquitectónica.

Planos de verdadera magnitud, abatidos, con el despiece de los muros con secciones cambiantes; control de la geometría cada muy pocos metros; se trataba, en definitiva, de ir incorporando programa e información según las necesidades requeridas por las dunas (Fig. 17). Otro tipo de condicionantes a los que se sometió el proyecto del parque fue el que establecían sus usos potenciales: las pendientes máximas para el acceso de minusválidos, de un lado. También el ancho de las rampas, establecido según el volumen previsto de personas circulando. Las diferentes pendientes también marcaban qué tipo de vegetación era el más indicado en cada caso.

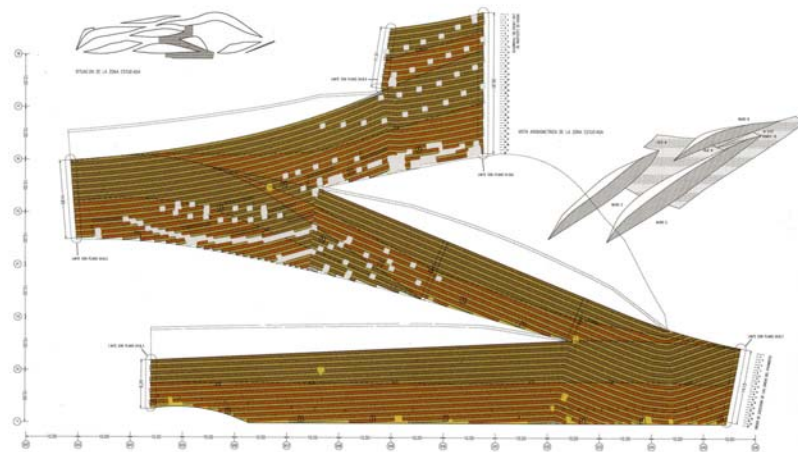


Fig.17: Planos de Parque Litoral, Proyecto de Parque Litoral, Barcelona 2003.

El elemento que en cierto modo establecía la continuidad del proyecto era la pieza con que se construyó toda la superficie del parque. Por su diseño, el acople entre piezas podía adaptarse a los diferentes movimientos del terreno. Así, el despiece cambiante se adaptaba a las distintas topografías. El diseño circular de la pieza permitía una rotación local en cada pieza en base a su posición respecto a las adyacentes.

Para diseñar esta superficie continua y adaptable a partir de una sola pieza, FOA se sirvió de la tecnología digital. Se creó una rutina LISP (Fig. 18), un programa personalizado, que les permitiera controlar la posición y rotación de cada pieza a partir de la introducción de diversos parámetros. En total se trataba de unas, aproximadamente, 180.000 piezas. Controlarlas una a una desde sistemas manuales o tradicionales, incluso con sistemas informáticos convencionales, hubiera sido totalmente imposible. El uso de un programa informático específico permitió también probar todo tipo de colocaciones y optimizar al máximo su puesta en obra para asegurar la perfecta continuidad entre muros y suelo. Ha de tenerse en cuenta que es la misma pieza la que tanto resuelve el pavimento como los revestimientos de los muros o de las gradas. Su extrusión da forma a los bancos. Para el diseño de la pieza, previamente se trabajó con todo tipo de diagramas. También se hicieron estudios geométricos de cómo tenían que ser los auditorios. Se trabajó, como en Yokohama, por el sistema de múltiples secciones.

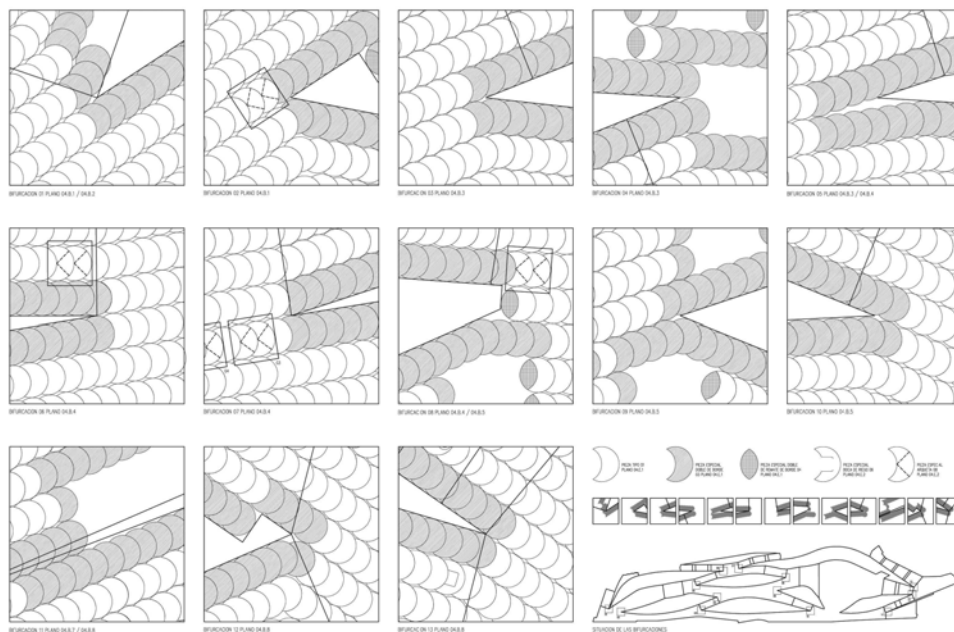


Fig.18: Disposición de Piezas de Pavimento por Rutinas LISP, Proyecto de Parque Litoral, 2003.

Aunque FOA sólo lleva diez años en el medio profesional, su trabajo presenta una evolución significativa en cuanto la representación gráfica. Bien sea por las exigencias comerciales o por los nuevos programas de animación gráfica, su proceso de representación arquitectónica ha logrado cambios importantes, especialmente en los últimos años.

La experiencia adquirida con el proyecto para el puerto de Yokohama, ha servido para clarificar el mensaje gráfico. Ha posibilitado que el proyecto sea más inteligible mediante vistas interiores más elaboradas, por la eficacia de la ambientación de las plantas y alzados y por el uso de fotomontajes y vistas isométricas. La arquitectura generada en este proceso ha llevado a FOA a la evolución del proceso de proyectar. En los últimos años, el grupo ha impulsado el desarrollo de una actitud propia y de una serie de recursos técnicos para su aplicación.

Su pensamiento arquitectónico y su forma de representación se encuentran vinculados en el proceso de diseño. El resultado está transformado y se intenta que los objetivos propuestos sean más comprensibles. Los programas de dibujo basados en algoritmos como instrumentos de representación y, por extensión, de la concepción del objeto arquitectónico se convirtieron en una realidad de la cultura digital de nuestro tiempo. Existe una importante tendencia en favor de su utilización, puesto que a través de la representación digital muchas cosas de difícil representación por medios convencionales resultan más fáciles de expresar.

6.4 Filogénesis como ideación genética del proyecto

Hemos señalado anteriormente la importancia de la comunicación de los proyectos – y de las ideas que lo articulan– en el marco internacional de la arquitectura contemporánea. Este aspecto es esencial tanto para el modo en que se comunica cada uno de los proyectos, como para la imagen global de la visión arquitectónica de un estudio. El equipo de FOA ha sabido valorar la importancia de buscar modos propios de expresar su proceso, de manera que dé visibilidad a sus líneas de trabajo sin ajustarlas a condicionantes cerrados fundados en un estilo unitario. A la hora de comunicar el conjunto de su obra, FOA afirma que en su trayectoria no existe ni un estilo ni una autoría, sino que intentan buscar la máxima objetividad mediante la participación y el consenso de todos los miembros del equipo. Por ello, en un proyecto que analizaba en perspectiva su trayectoria de diez años, ordenaron y sintetizaron su actividad profesional a través de categorías taxonómicas basadas en la idea evolutiva y flexible de “filogénesis” (Fig. 19).

De nuevo, observamos el interés del estudio por acercarse a una manera de entender los procesos creativos de la arquitectura contemporánea, y la manera de comunicarlos, que se vincula con los avances científicos y tecnológicos más actuales: *“Hoy más que nunca, lo natural y lo artificial se funden literalmente entre sí. Los alimentos modificados genéticamente, la clonación de animales, las prótesis orgánicas, los ordenadores biológicos, el genoma humano... son exponentes de una época en la que la distinción entre naturaleza y artificio ha quedado obsoleta para describir e intervenir en el entorno del siglo XXI.”*¹⁷

Esto les lleva a buscar un modo de representar su trabajo en organizaciones que expresan sus vínculos y mutaciones, entendiendo que los proyectos no son entidades aisladas entre sí, sino todo lo contrario. Se establecen continuidades entre proyectos, se influyen unos a otros según el desarrollo específico de cada uno de ellos. Se

¹⁷ Ibídem, p. 22.

entiende todo el trabajo del despacho como un proceso continuo donde los diferentes proyectos se contaminan unos a otros y es en esa continuidad no necesariamente lineal donde se encuentra uno de los fundamentos de la consistencia interna de FOA: *“Hemos descubierto que necesitamos aprender y transferir información de un proyecto a otro. Por ejemplo, el Parque Litoral de Barcelona llegó después de hacer el concurso para el Parque Downsview de Toronto, donde ya habíamos desarrollado un acercamiento al paisaje.”*¹⁸

De esta forma, quieren establecer una analogía entre el proceso por el que se desarrolla un proyecto arquitectónico y la evolución de las especies. Se trata de entender, como ya se ha dicho antes, que el proyecto tiene vida propia y que a partir de un sistema inicial de generación, de unos ciertos *inputs* y condicionantes externos, el proyecto evoluciona y se modifica. *“Nuestro árbol filogenético pretende clasificar los proyectos en series de diferentes organizaciones espaciales, fundamentalmente formales. La intención no es repetirlas o replicarlas sino identificar características espaciales en proyectos individuales que puedan ser cultivadas o desarrolladas en otros ecosistemas.”*

Se trata de *“un depósito coherente de especies arquitectónicas que puede proliferar, mutar y evolucionar en los próximos años: un banco genético.”*¹⁹

¹⁸ Ibídem, p. 10.

¹⁹ Ibídem.

En la clasificación de las especies de FOA, se manifiesta que la generación de los proyectos se ha producido a partir de una serie de *phyla* o diagramas abstractos, que han evolucionado según siete categorías transversales. Estas categorías son las representadas en el siguiente cuadro²⁰:

Función	- suelo: la construcción de un suelo conectivo
	- envolvente: encerrar el espacio
Facialidad	- unifacial: el espacio está seccionado por una sola capa
	- multifacial: el espacio está seccionado por varias capas
Equilibrio	- constante (paralelo/perpendicular): la superficie permanece constante en su alineación a la gravedad
	- variable: la superficie alterna su orientación dentro del proyecto
Discontinuidad	- plano: la superficie no presenta ninguna singularidad, es continua
	- ondulado: la superficie presenta algunas deformaciones locales, pero no posee interrupciones
	- angulado: las singularidades son más acentuadas, la tangente varía en más de 90°
	- perforado: la superficie se interrumpe localmente
	- bifurcado: la superficie se interrumpe localmente pero sigue continua a distinto nivel, capa o espacio
Orientación	- orientado (estriado/ polar): las singularidades de la superficie se organizan siguiendo una ley coherente
	- no-orientado: la organización es aleatoria
Geometría	- continuo: variación continua a la tangente
	- discontinuo: aparición de bordes o surcos
Diversificación	- tramado: las discontinuidades se producen de forma regular
	- contingente: las discontinuidades aparecen aleatoriamente según la especificidad local

Esta clasificación es esquemática y combina una apariencia similar a los tratados y manuales del siglo XIX con algunos elementos de la cultura visual contemporánea. Por ejemplo, hay una voluntad de agrupar las categorías por colores, y los iconos utilizados para representar gráficamente las categorías son muy actuales, con axonometrías, individuos mostrando movimiento, etc. Finalmente, el pequeño esquema final de cada proyecto es un icono directo que permite una identificación

²⁰ Los datos del cuadro son originados del libro - *Filogénesis. Las especies de FOA*. ZAERA-POLO, Alejandro; MOUSSAVI, Farshid, , Barcelona: ACTAR, 2003.

fácil de la obra a la que alude. Ese icono es una pequeña axonometría monocolor con sombras. El color corresponde a las categorías según las cuales ha evolucionado el proyecto.

A este respecto, es destacable la exposición *Species-foa phylogenesis* sobre el trabajo de FOA (Fig. 20). Es importante insistir en la importancia que la exposición concedió a la experimentación de un grafismo que resultara un vehículo idóneo para explicar y reflexionar sobre el trabajo de FOA y su evolución arquitectónica. La exposición *Species-foa phylogenesis* se llevó a cabo primero en la TN Probe Gallery de Tokio en febrero de 2003 y posteriormente viajó a la ICA de Londres en noviembre de 2003.



Fig. 20: Exposición *Species-foa phylogenesis*, celebrada en Tokio en la Galería TN-Probe, en Febrero de 2003.

En la exposición de Tokio, los proyectos se presentaban tanto en paneles como en maqueta. En el suelo aparecía el árbol filogenético que orientaba al visitante a través de la carrera profesional del equipo de FOA a lo largo de sus diez primeros años de trabajo. Las maquetas se colocaron en la rama del árbol que les correspondía. Los paneles colgaban de las paredes como meta final de este recorrido genealógico.

Acerca de los paneles, cabe destacar el orden regular que seguían cada uno de ellos. Su formato era vertical y presentaba cuatro partes. En primer lugar, se mostraba una imagen del proyecto a un buen tamaño. Esta imagen podía ser una fotografía de la obra construida, un *render* virtual del proyecto todavía no construido, o bien un plano en dos dimensiones. Debajo, aparecía la localización del proyecto dentro del árbol filogenético.

El esquema arbóreo se repetía en cada panel. Se situaba el icono axonométrico, y se escribían también las categorías según las que había evolucionado el proyecto. Aquí se añaden algunos detalles en proyección ortogonal.

La siguiente franja presentaba otra vez una imagen. En este caso, la proporción era totalmente horizontal y mostraba un detalle de la obra. Como en la imagen superior, podía tratarse de una fotografía real, de una fotografía de la maqueta, de un *render* o de un plano bidimensional. Finalmente, en la última sección del panel, se reproducían los planos: plantas, secciones, alzados, detalles constructivos, etc. En todo el panel, solamente aparecía color en las imágenes.

Lo más representativo de estos paneles era la estructuración de los distintos proyectos de manera homogénea y, también, la austeridad y la racionalidad de los dibujos 2D. La severidad de los planos contrastaba con las formas exuberantes y llenas de color de los modelos tridimensionales. Este contraste entre tipos de representación dejaba patente el interés de FOA por dejar que los discursos interfirieran entre sí, por no agotarse en una sola línea de trabajo. Si en el rigor de los planos en 2D se aludía al compromiso, en las fotografías, *renders* o maquetas, se insinuaba esa voluntad de dejar que el proceso proyectual se enriquezca con todo

tipo de interferencias o requerimientos, ya sean de los usuarios o del entorno. *“Para poder comunicar un proyecto, se necesita tener modos de hacer que resuenen con otras realidades. Y con cuantas más realidades resuene el proyecto, mayor interés tendrá, porque pertenecerá a más gente. La limitación de la arquitectura representativa es que el proyecto resulta demasiado unívoco, con una resonancia limitada porque la imagen o la historia adquieren más presencia que la organización.”*²¹

De este modo vemos cómo el equipo de FOA puede ser entendido como una de las vías que en la actualidad está apostando por una arquitectura de la complejidad, explorando formas propias de expresarla y representarla que surgen como pensamiento fluido y flexible vinculado a los procesos de nuestro mundo actual, donde la tecnología digital está transformando modos de vida en permanente evolución.

²¹ DÍAZ MORENO, Cristina; GARCÍA GRINDA, Efrén, “Complejidad y consistencia. Una conversación con Farshid Moussavi y Alejandro Zaera”, *El Croquis* 115-116 [I], 2003.

7 - La arquitectura informacional



7. La arquitectura informacional

“Sólo puedes dibujar con una mano, mientras que con un ordenador trabajas con decenas de manos coordinadas simultáneamente.”

Lars Spuybroek

Las tecnologías digitales han permitido incorporar al proceso de diseño arquitectónico un alto grado de complejidad y fluidez, unos aspectos que hemos tratado de desarrollar en el capítulo anterior, a través de la obra de FOA. Sin embargo, esta flexibilidad no atañe únicamente al modo en que se realizan los procesos de trabajo de los estudios de arquitectura. Concebir un proyecto mediante herramientas digitales facilita la interactividad de las numerosas manos que participan en él, pero también permite pensar edificios que se comporten de un modo más orgánico con su entorno y con sus habitantes.

Aunque en los primeros años de la incorporación de las herramientas digitales en los estudios de arquitectura algunas veces desconfiaban de sus consecuencias, alertando sobre una desnaturalización y deshumanización de los procesos creativos, actualmente se puede constatar que para muchos arquitectos esta incorporación permite precisamente el efecto contrario. Los métodos de análisis del comportamiento humano en los espacios arquitectónicos facilitan proyectar interactivamente espacios más complejos y menos deterministas, que acogen con mayor facilidad la diversidad y la imprevisibilidad de sus ocupantes. También a nivel formal, la posibilidad de manejar simultáneamente un mayor grado de niveles de información ha tenido como consecuencia un aumento de la complejidad del diseño que, en vez de dar lugar a formas rígidas y mecanizadas, ha permitido a algunos arquitectos aproximarse a la complejidad de las formas biológicas y de los procesos de la naturaleza.

Nociones como vaguedad, aleatoriedad, indeterminación, variabilidad o interacción habían sido consideradas contrarias a la solidez y estabilidad que fundamenta la arquitectura. Parecían relegadas a otros ámbitos del saber como la biología, la sociología o la filosofía, hasta que una nueva generación de arquitectos ha visto cómo precisamente mediante las herramientas digitales estas nociones quedaban perfectamente integradas en la arquitectura y le abrían nuevos campos de experimentación.

Uno de los estudios pioneros que más singularmente representan este modo de aproximarse a la arquitectura es la oficina de NOX. Su modo de proceder sigue estrategias que buscan combinar la claridad del determinismo y la ambigüedad de la variabilidad. Para Lars Spuybroek, su director, la arquitectura no es la de la “forma libre” sino la que viene marcada por la complejidad que deriva de la teoría de los sistemas dinámicos.

Siguiendo estas premisas, en el estudio de NOX el software utilizado para desarrollar sus proyectos no se basa tan sólo en los CADs y modeladores 3D habituales sino que incorpora software procedente de la industria cinematográfica. Estos programas hacen énfasis en el movimiento y el sonido y poseen una gran flexibilidad en cuanto a la generación de la forma, algo que además permite intervenir digitalmente en el proyecto desde las primeras fases del proceso de diseño. La incorporación del movimiento en el proceso de diseño es, para NOX, una manera desde la cual introducir la dimensión temporal y experimentar con formas mutantes (siguiendo las técnicas del *morphing*), generando lo que se ha venido a llamar arquitectura líquida. En palabras de Markos Novak: *“La lógica líquida alude a procesos flexibles de fluctuación que proyectan la arquitectura tanto en el tiempo como en el espacio, cambiando interactivamente según la duración, el uso y las influencias externas. [...] Si el collage superpone material de distintos contextos, el morphing los mezcla; si el collage es mecánico, el morphing es alquímico.”*¹

¹ GAUSA et al, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003, pag. 406.

7.1 Experimentar la arquitectura

El estudio de NOX fue fundado en Rotterdam en el año 1991 por Lars Spuybroek, actualmente su director, y Maurice Nio. Ambos completaron sus estudios de arquitectura en la Universidad de Delft con un *cum laude*. Desde entonces, NOX no ha dejado de investigar en el campo de la informática aplicada al diseño arquitectónico. En NOX se ha producido vídeo y arte digital interactivo, además de incorporar los más avanzados sistemas digitales en el proceso de proyectar. Lars Spuybroek ha dado conferencias en todo el mundo, ha impartido clases en varias universidades holandesas y es profesor invitado en la Universidad de Columbia en Nueva York. Desde 2002 es profesor de la Universidad de Kassel, teniendo a su cargo el departamento de CAD/técnicas digitales de diseño. El libro NOX, *Machining Architecture*, publicado en 2004 por Thames & Hudson, ha supuesto la culminación de todo este trabajo editorial.

Por otro lado, los proyectos de NOX han sido publicados en varias revistas y libros desde que el despacho empezó a funcionar. Es evidente pues, el interés del público especializado por conocer el continuo trabajo de investigación (y puesta en práctica) con los ordenadores y las tecnologías digitales. Destacan sus apariciones en revistas como “Archis”, “L’architecture d’aujourd’hui”, “Quaderns”, “De Architect”, “Arquitectura Viva”, “Domus, Werk”, “Bauen+Wohnen”, “Arch+”; y también en libros como *Building a New Millenium – Architecture Today and Tomorrow*²; *SuperDutch: New Architecture in the Netherlands*³, *Archilab’s Earth Buildings*⁴, *Flying Dutchmen – Motion in Architecture*⁵, también han sido incluso publicados en medios no especializados, como el caso de *Wired*, publicación centrada en las últimas tendencias tecnológicas y

² JODIDIO, PHILIP. *Building a New Millenium – Architecture Today and Tomorrow*. Taschen. Colonia, 1999.

³ LOOTSMA, BART. *SuperDutch: New Architecture in the Netherlands*. Thames & Hudson. Londres, 2000.

⁴ BRAYER, MARIE ANGE Y MIGAYROU, FRÉDÉRIC. *Archilab’s Earth Buildings*. Thames & Hudson. Londres, 2002.

⁵ JORMAKKA, KARI. *Flying Dutchmen – Motion in Architecture*. Birkhauser. Basilea, 2002.

su desarrollo en la sociedad de la información, destacando su participación en la Bienal de Arquitectura de Venecia en los años 2000, 2002 y 2004, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*⁶; y *Optimismo Operativo*⁷.

Hasta la fecha, NOX ha producido veintitrés proyectos. En su trabajo se incluye tanto la arquitectura como el diseño de exposiciones o el diseño industrial. La característica principal de todos ellos es la incorporación e integración de las herramientas digitales en el proceso de proyectación. Y tanto o más importante, la ejecución material de sus proyectos, lo cual nos permite constatar en la realidad física el resultado de sus investigaciones. Una primera evidencia es que los proyectos de NOX hubieran sido muy difíciles de construir sin la modelación digital y la fabricación asistida por ordenador.

⁶ VVAA. *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*. ACTAR. Barcelona, 2003.

⁷ Cros, Susanna. *Optimismo Operativo*. ACTAR. Barcelona, 2005.

7.2 Renovación de la arquitectura

La primera obra construida es de 1997, fecha muy temprana para hablar de proyectos contruidos y diseñados con tecnologías digitales. Se trata del H2Oexpo, un pabellón de experimentación con el agua construido en Neeltje Jans (Países Bajos). Este proyecto es fruto de un encargo doble del Ministerio Holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua a NOX –que se ocupó del agua dulce– y a Kas Oosterhuis –que se ocupó del agua salada.

En su primer proyecto construido NOX ya pone de manifiesto algunas de las características que irán apareciendo a lo largo de su trayectoria profesional. Más que adaptar las tecnologías de la información a la arquitectura, NOX las sintetiza e integra en el uso diario de sus edificios. En el H2Oexpo, la fusión de paredes, suelo y techo produce un efecto de cuerpo arquitectónico que se expande como una ola para absorber el territorio. La arquitectura de NOX se convierte en una Interfaz a partir de la cual el visitante reacciona e interactúa con el edificio. El H2Oexpo amplía lo que entendemos por arquitectura construida hacia una espacialidad multidimensional que incluye el movimiento, el sonido, la luz y la interactividad. El pabellón es una aleación turbulenta de lo duro y lo débil, hormigón y metal, electrónica interactiva y agua. Una fusión completa entre cuerpo, entorno y tecnología. El diseño se configura a partir de la deformación fluida de 14 elipses en una longitud de más de 65 metros. En el interior del edificio, sin suelos horizontales ni ninguna relación exterior con el horizonte, los visitantes recorren el espacio sin referencia alguna. Para muchos la experiencia culmina en una especie de deriva y de aturdimiento sensorial. La deformación del objeto se extiende de manera continua a su entorno, metamorfoseado, que responde de forma interactiva a los visitantes. Unos sensores registran esta constante reconfiguración del cuerpo humano y sus movimientos en el espacio (Fig. 1, 2, 3).

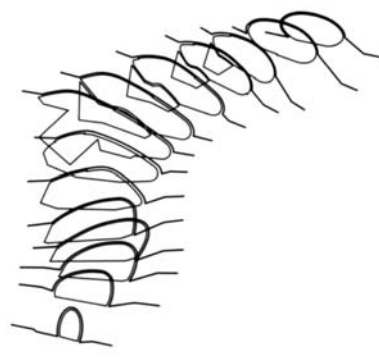
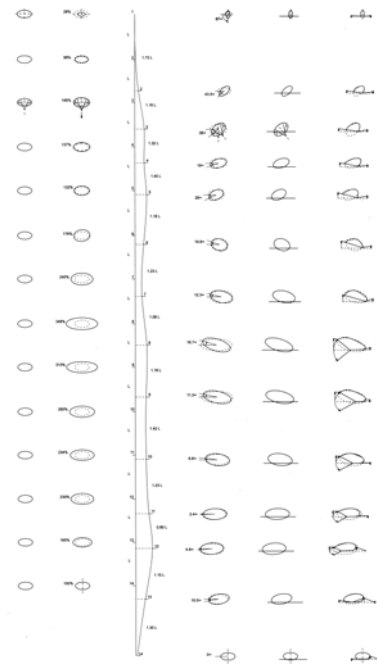
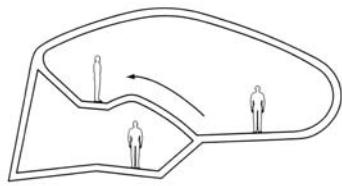
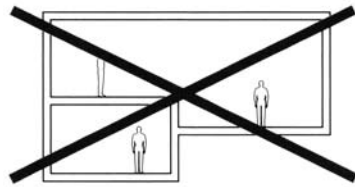


Fig. 1: Esquema conceptual, serie constructiva, esquema 3D del desarrollo del proyecto del edificio H2Oexpo (1997).

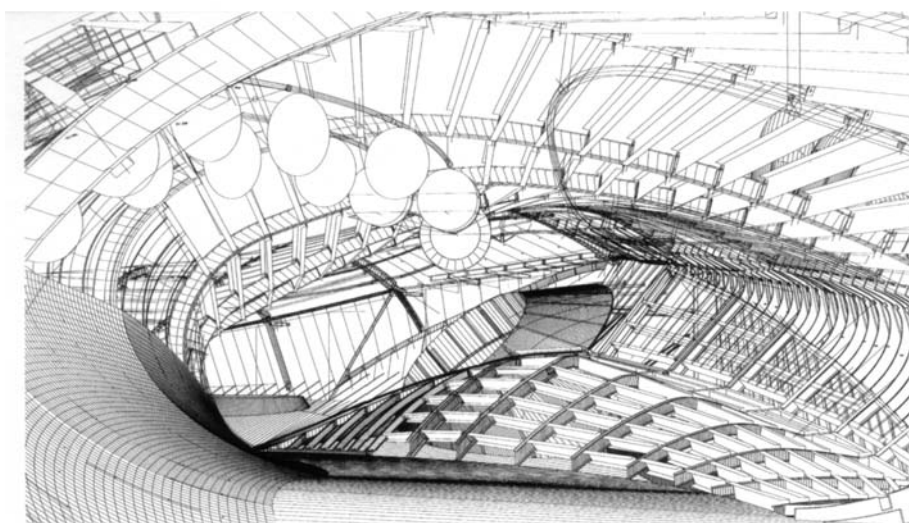
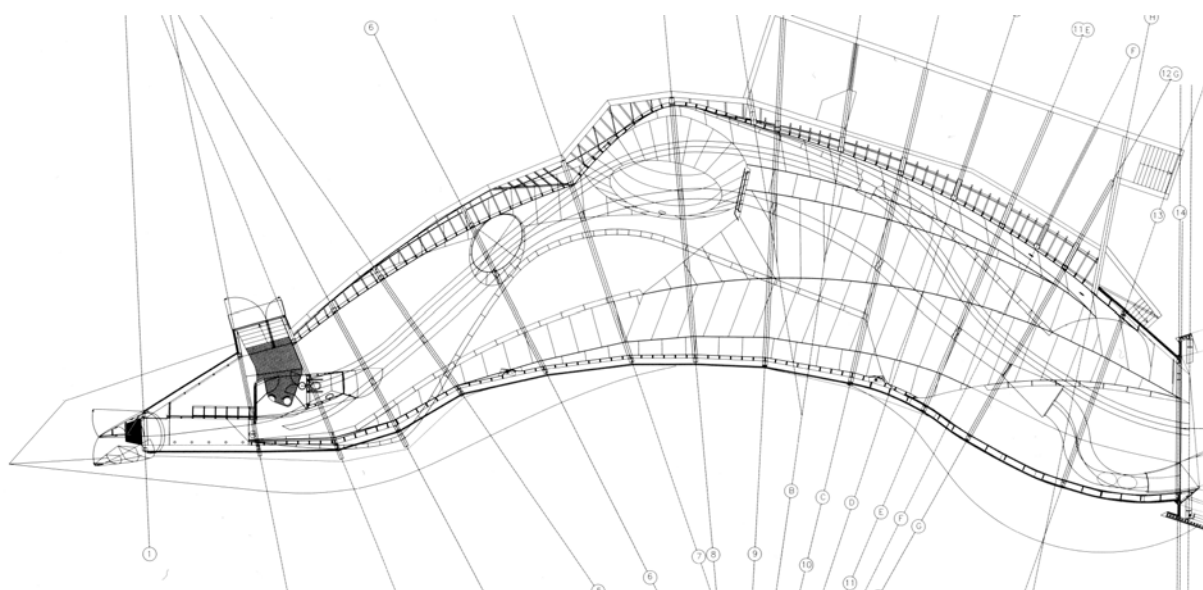


Fig. 2: Planta y visualización 3D del interior del edificio H2Oexpo (1997).

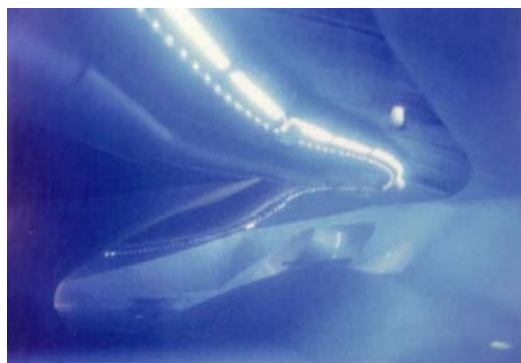
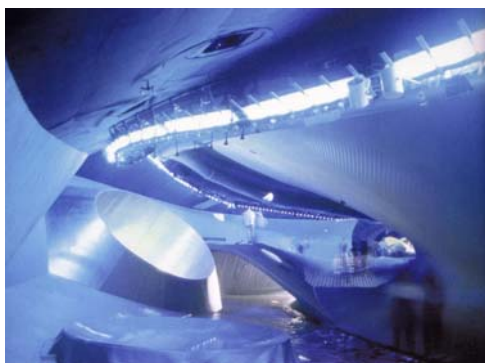


Fig. 3: Esqueleto constructivo, fotografía del exterior y vistas interiores del edificio H2Oexpo (1997).

Otro proyecto donde quedan muy claras las intenciones e inquietudes de NOX en cuanto a la arquitectura es el proyecto V2_Lab. El programa consiste en la renovación de las oficinas y el laboratorio de un instituto de artes y tecnología en el edificio V2_building, en Rotterdam (Países Bajos). El proyecto es de 1998. La naturaleza del encargo –remodelación del espacio de trabajo de artistas interactivos– permite a NOX trabajar uno de los temas que más le interesan: el movimiento y el comportamiento de las personas en la vida cotidiana. En este sentido, el proyecto acaba siendo un estudio detallado de las fuerzas y los sentimientos que impulsan a las personas en el trabajo y la creación, para después terminar materializándose en una arquitectura acorde con ello. De esta forma, se da la libertad y la flexibilidad necesarias para que surja la inspiración y la innovación características de este tipo de empresas. Si la arquitectura fuera muy rígida y determinada, el trabajo y los movimientos resultarían demasiado mecánicos y eso implicaría un aburrimiento infructuoso (Fig. 4).

El espacio está diseñado según las necesidades específicas. Incorpora además un porcentaje de novedad y sorpresa para estimular la aparición de situaciones inesperadas. NOX parte de un modelo de *strings and springs* (cuerdas y saltos) con cinco líneas paralelas. Estas líneas representan las funciones del programa. A este esquema inicial se le añade el movimiento de los trabajadores, el recorrido al llegar, cómo se sientan, cuándo se reúnen, la hora del café, el recorrido al marcharse, etc. Estos movimientos actúan sobre las líneas como fuerzas de distorsión que las hacen vibrar, girar e interactuar. De esta forma, los muebles y otro equipamiento se fusionan con los espacios arquitectónicos y con las personas que los usan. En palabras de Lars Spuybroek: “*Es una arquitectura que no sólo articula el comportamiento previsto y planificado (trabajar en la mesa, caminar a lo largo del pasillo), sino que también estimula el comportamiento imprevisto.*”⁸

⁸ Entrevista de Cho Im Sik a Lars Spuybroek.
<http://www.vividvormgeving.nl/vormgevingpagina/spuybroek.htm>

El proceso informático con el que se trabaja es el siguiente:

- A. Esquema programático de las funciones por separado.
- B. Esquema de pequeños movimientos en lateral.
- C. Posición de la confluencia entre funciones y movimientos.
- D. Geometría resultante del suelo después de conectar las líneas con las superficies rayadas.

El estudio de los movimientos de las personas se lleva a cabo mediante el ordenador, recogiendo y procesando la información sobre los pasos y los recorridos. En los renders siguientes pueden verse las líneas de movimiento de los trabajadores y cómo estos interactúan con los muebles y las máquinas (Fig. 5). El alcance de los cuerpos al desplazarse por las oficinas y los laboratorios también puede sintetizarse mediante el ordenador. Se observan tres diferentes modos de entrar al V2_Lab. El ordenador permite trazar todo el recorrido de la persona cuando cambia de posición en horizontal y vertical. El suelo fue elevado a una cierta altura para permitir que los usuarios tuvieran una visión del exterior sentados en su puesto de trabajo. Esta operación también insiste en la voluntad de incluir lo indeterminado. Incluir lo imprevisto, modificar la percepción desde el interior a partir de lo que pueda ocurrir fuera. Las ventanas además de ser una fuente de luz natural, posibilitan la inspiración. La pared de plástico transparente divide el departamento asignado a la dirección del de los artistas, ofreciendo así una visión distorsionada a través de ella.

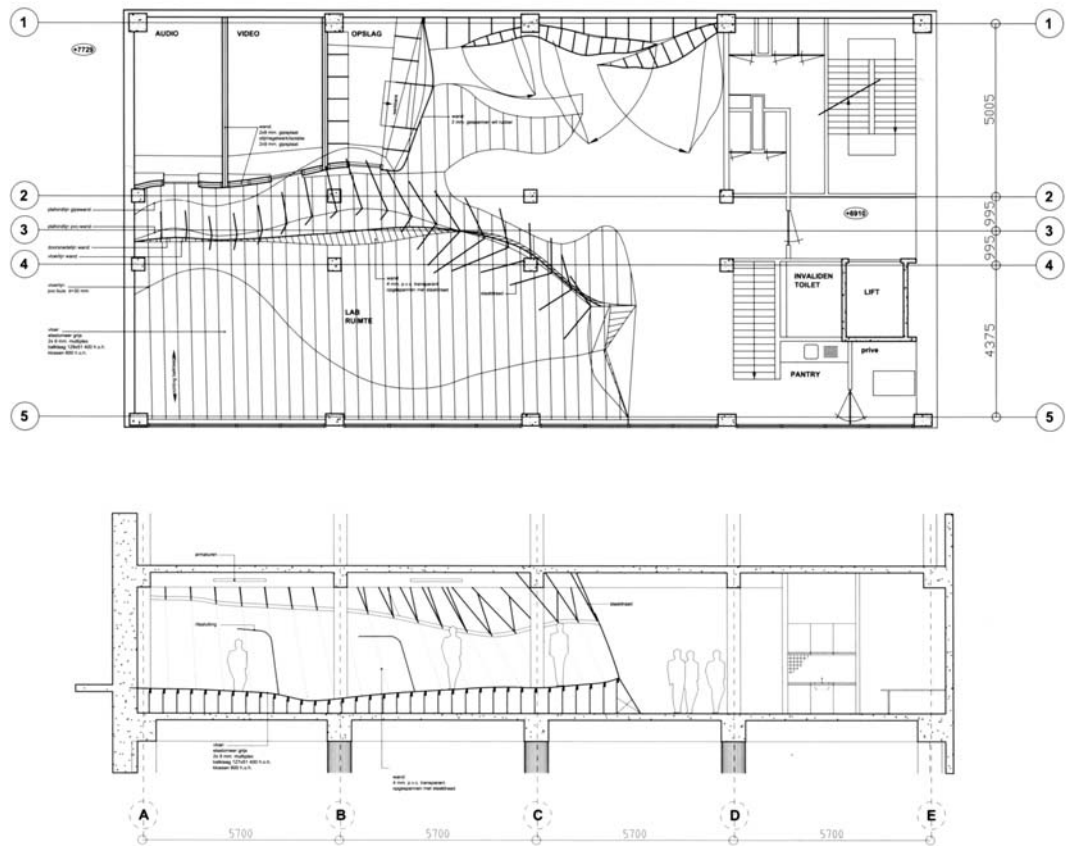


Fig.4: Planta y sección del proyecto V2_Lab (1998).

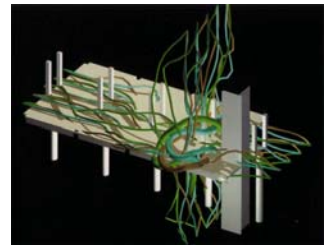
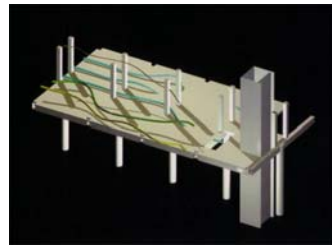
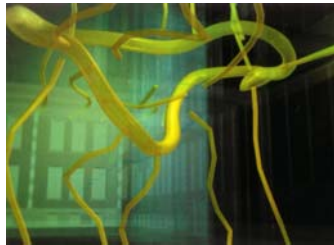
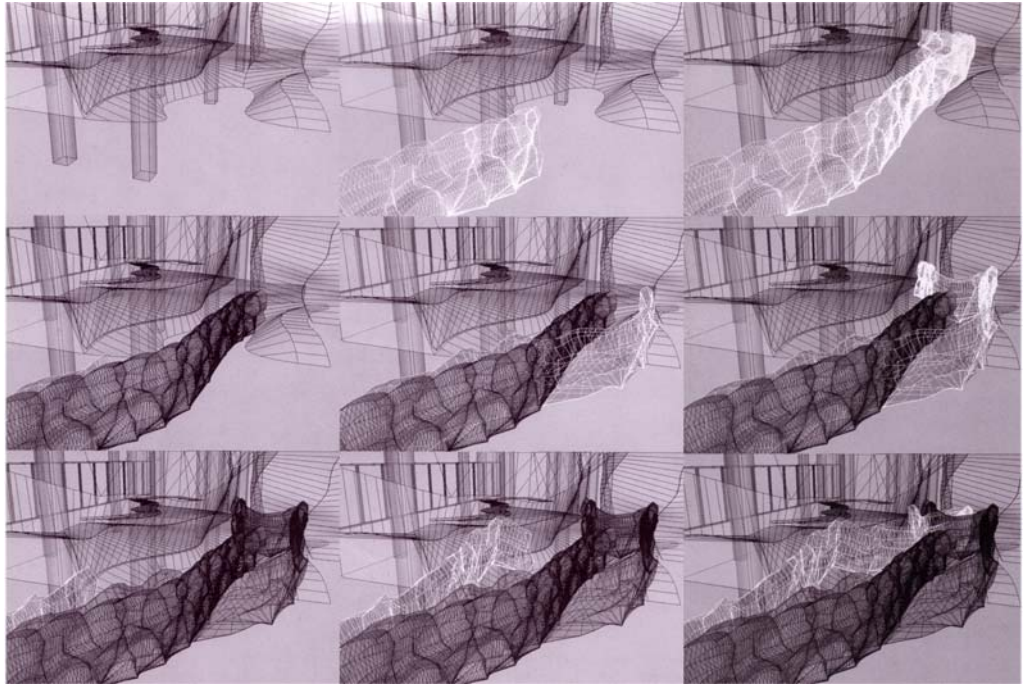


Fig. 5: Estudio de la envergadura de las personas al moverse y estudio de los movimientos de los trabajadores del proyecto V2_Lab (1998).



Fig. 6: Vistas interiores del proyecto V2_Lab (1998).

El uso de animaciones es otro de los recursos informáticos de NOX. En el diseño de la exposición wetGRID se utilizó esta técnica y otras que seguirían apareciendo a lo largo de la obra del despacho. wetGRID es una exposición diseñada para Vision Machine en el Museo de Bellas Artes de Nantes (Francia). Estuvo instalada durante parte de 1999 y 2000. El montaje exhibe 250 obras de arte, pinturas, dibujos e instalaciones de varios artistas, entre los que destacan Jackson Pollock, Max Ernst, Ives Tanguy, Atelier van Lieshout, y varios arquitectos como Parent/Virilio o Archigram. El proyecto explora las diferencias entre una mirada objetiva y una mirada subjetiva. Las obras no se sitúan en un plano vertical, sino que se colocan en diferentes posiciones según el movimiento pictórico en el que se inscriben y, por tanto, según la sensación que quieran transmitir. NOX distingue cuatro grupos de obras: mundos emergentes, mundos conectados, mundos invisibles y Vision Machine. De esta manera, el visitante se ve forzado a actuar y a posicionarse ante

las obras de diferentes formas, siempre en relación con ellas. Posiciones cómodas si se trata de un paisaje bucólico; o en una posición más forzada, en cuclillas, si se trata de una sublime tormenta romántica. La distribución y orientación de las obras se hace mediante un estudio preliminar que pone en juego varios elementos: los cuatro grupos de obras de arte, los tres tipos de visión que requieren (cúpula, desde lejos; cápsula, distancia intermedia; casco, desde muy cerca) y las ocho líneas de la estructura del Museo de Bellas Artes. Así, se parte de cuatro fuerzas de vórtices – que hacen una coreografía encima de una base de ocho líneas estructurales.

Este trabajo se lleva a cabo con el ordenador en una secuencia animada desarrollada por la propia máquina a partir de las premisas antes citadas. Se trata de añadir información al programa informático para que él mismo desarrolle el proyecto. En palabras de NOX: *“La forma y la información nunca van por separado. La forma define a la información y la información define a la forma.”*⁹ El software programado no sólo lee las fuerzas de vórtices, sino que también es capaz de hacerlas interactuar. NOX lo compara con una compañía de cuatro bailarines danzando en un escenario: ellos han aprendido una coreografía y repiten los pasos según los han estudiado. Entonces, se añade un grado de complejidad: se atan los bailarines entre ellos con bandas de goma elástica, de forma que si uno mueve un brazo, esto altera el movimiento del pie que estaba haciendo el otro al mismo tiempo. De unos elementos simples y, en principio, reconocibles se llega a un sistema complejo gracias al trabajo computerizado capaz de procesar toda la información acumulada.

Como en la mayoría de proyectos de NOX, no todo el proceso es digital. En función de cada fase de proyecto se producen saltos entre las técnicas digitales y las técnicas analógicas. Así, una vez desarrollada esta primera etapa del proyecto, los resultados toman forma en una maqueta hecha de papel. Se le añade después un

⁹ MULDER, Arjen; POST, Maaïke, *Book for the electronic arts*, Rotterdam: balie/V2_Organisation, 2000.

algoritmo para que el proceso de las fuerzas de vórtices se pare él mismo, sin tener que congelarlo desde fuera. Si las líneas de la animación digital se acercan más del 50% de la distancia inicial que había entre ellas, las dos líneas se pegan. Esto se manifiesta en la maqueta con las agrupaciones mediante clips (Fig. 7).

El siguiente paso es volver a introducir en el ordenador toda la información acumulada hasta ahora. NOX lleva a cabo esta fase cerrando las líneas en una superficie. A este método NOX lo llama *lofting*, que es el cerramiento de dos líneas dando lugar a una superficie enrollada. Con tres o más líneas, el resultado es una superficie curvada doblemente (Fig. 8).

Finalmente, para ejecutar el proyecto, NOX utiliza un sistema de costillas de madera y unas bandas maleables –en este caso, al ser un proyecto de interior, puede utilizar un tejido de algodón blanco. Con la información computerizada, la forma de las costillas se puede cortar automáticamente en una máquina de alta precisión con láser (Fig. 9). Según NOX: *“El procedimiento que imprime los elementos de construcción con tinta negra sobre el papel es básicamente el mismo que el procedimiento de cortarlos en hojas de madera utilizando una máquina de corte controlada por ordenador.”*¹⁰

¹⁰ Ibídem.

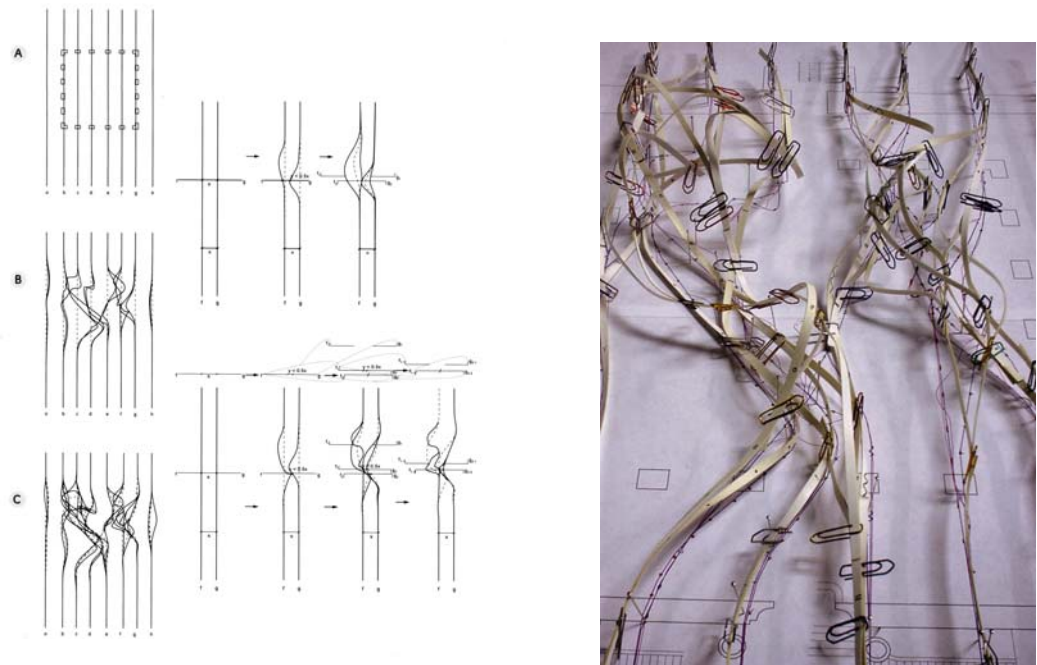
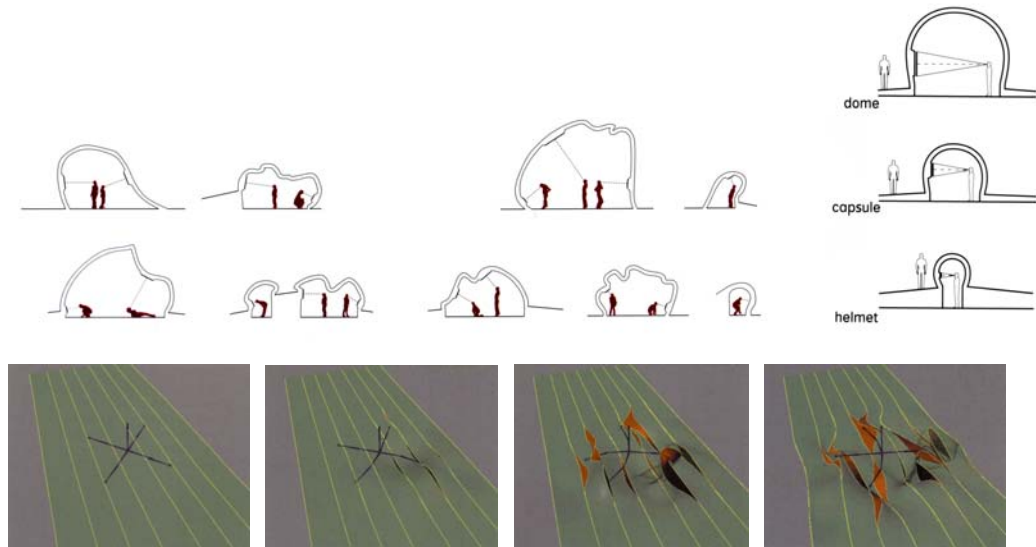


Fig. 7: Posiciones de observación de las obras y ángulos de visión, secuencia de los vórtices sobre las ocho líneas estructurales, esquema evolutivo y maqueta de trabajo de la exposición wetGRID (1999-2000).

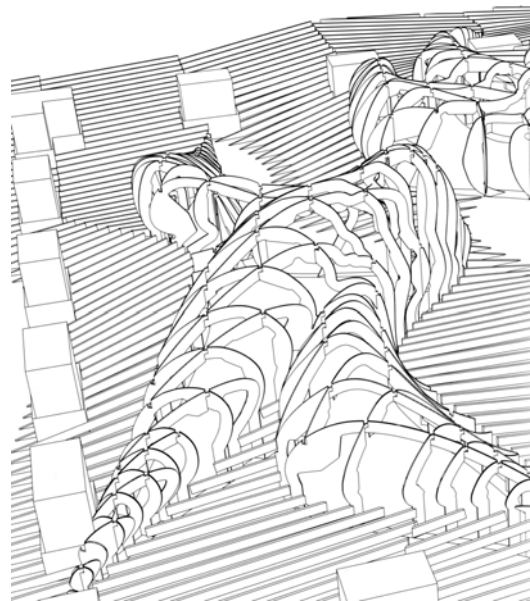
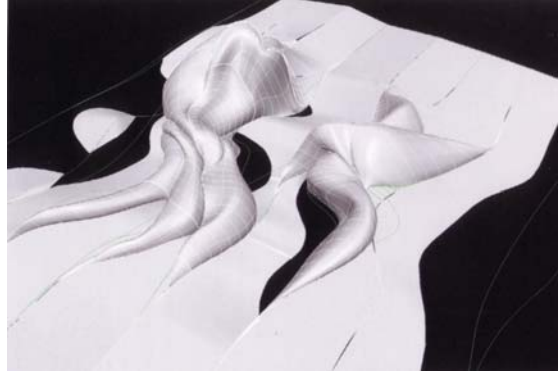
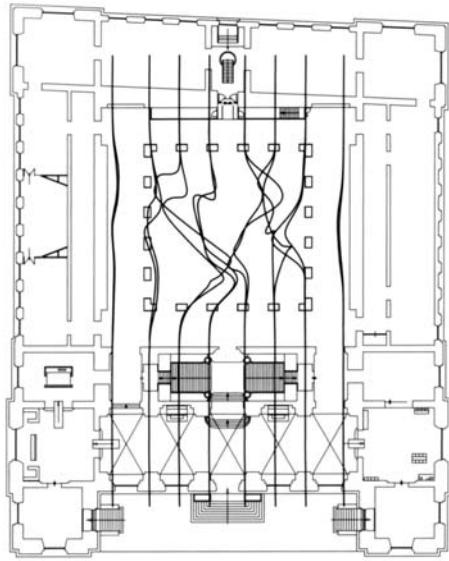


Fig 8: Planta i *render*, plantilla de corte de las piezas, visualización del esquema estructural de la exposición wetGRID (1999-2000).



Fig. 9: Fotografías de la exposición wetGRID (1999-2000).

Continuando con la experimentación de la arquitectura mediante pabellones y obras públicas, la D-tower es una obra de arte pública situada en Doetinchem (Países Bajos) desde 2004. El proyecto es una torre interactiva que cambia de apariencia según una encuesta –elaborada por el artista Q. S. Serafijn– respondida por los habitantes en la propia torre. Una vez los visitantes responden a la encuesta, la información se transmite a la página web –que incluye una *webcam* en tiempo real (Fig. 10). Para NOX esta interacción provocada y concebida como objeto urbano es una manera de mostrar los sentimientos ocultos de los habitantes de una ciudad.



Fig. 10: *Webcam* a tiempo real de la D-tower (2004).

La torre tiene 12 metros de altura y está diseñada como una bóveda gótica. La columna (línea) y la cúpula (superficie) forman el mismo continuo. El proceso empieza estudiando el comportamiento de, por ejemplo, una bolsa de la compra o un globo aerostático. Luego se introduce en el ordenador la idea inicial de una esfera dando pulsaciones. El ordenador hace evolucionar esta forma mediante fuerzas de contracción y de expansión hasta un momento determinado. Entonces

el proceso pasa a la maqueta de papel. Una vez obtenida la forma de la “cúpula”, NOX sigue las técnicas de inversión de Gaudí. A unas estructuras colgantes con cables trabajando a tracción, se les da la vuelta y pasan a ser elementos que trabajan a compresión. De ahí se obtiene un primer diseño de las “columnas”. El proyecto pasa otra vez al ordenador. En él se prueban varias disposiciones de las columnas y se acaba de definir lo que será la forma final de la obra. Para la ejecución, estos datos se transmiten a la máquina de corte de precisión (*CNC-milling machine*), capaz de cortar en doble curvatura (Fig. 11 y 12).

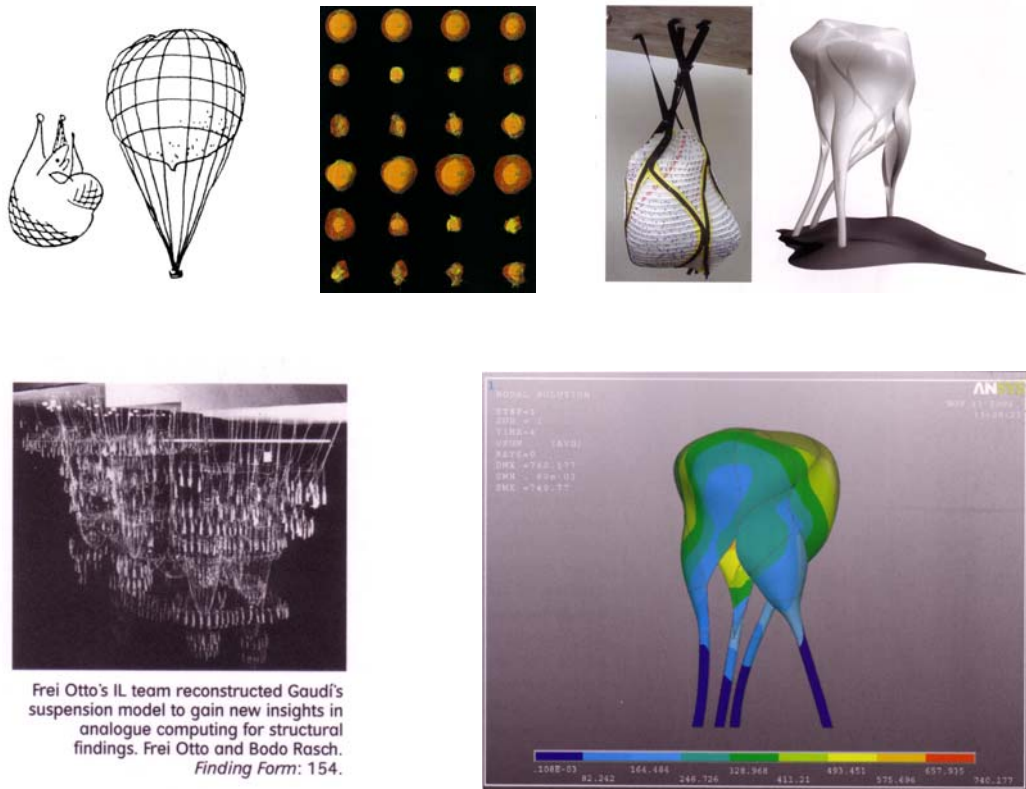


Fig. 11: Bolsa y globo, esferas posibles, proceso estructural, comparación con las técnicas de trabajo de Gaudí, diseño informático. D-tower (2004).

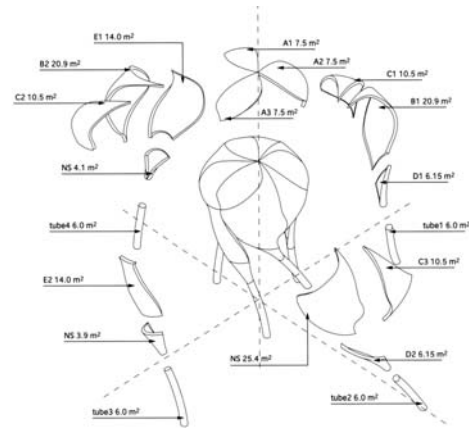
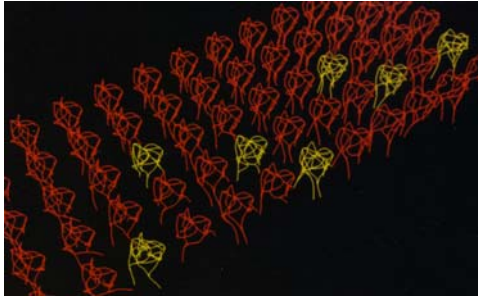


Fig. 12: Evolución digital, despiece, sistema de corte y construcción de las piezas y *render* final. D-tower (2004).

La Maison Folie es un centro multifuncional que incluye espacios expositivos y espacios de creación para artistas, oficinas, salas polivalentes para conciertos, teatro o pasarelas de moda, biblioteca, guardería y restaurante. Está situado en una antigua fábrica textil de Lille y su remodelación se llevó a cabo a partir de un concurso ganado por NOX. El proceso de rehabilitación tuvo lugar entre 2001 y 2004, para poder ser utilizado durante el evento de Lille como Capital Cultural Europea 2004.

La fábrica es original de 1880. Cuando NOX empezó a trabajar en su rehabilitación se aproximó a lo existente con cautela. No se quería modificar demasiado el interior. Al edificio existente se le añadió una segunda piel en su exterior, en sus dos fachadas longitudinales. De esta forma se llama la atención de los paseantes y conductores para dar a conocer que dentro de la fábrica vuelven a ocurrir cosas. Se crea, se expone, y el espacio está abierto al público. La apariencia de las fachadas quiere transmitir las pulsaciones del trabajo creativo que se lleva a cabo en el interior. Es la manifestación del ritmo artístico y vital de su interior proyectado hacia fuera.

Una vez más, NOX se sirve de las costillas metálicas estructurales y de una cubierta maleable hecha a base de bandas metálicas perforadas. La fachada se transforma con la luz solar durante el día y con la iluminación artificial por la noche. Ofrece a la ciudad un espectáculo holográfico de brillos y sombras que atrae indefectiblemente la curiosidad de los paseantes (Fig. 13 y 14).

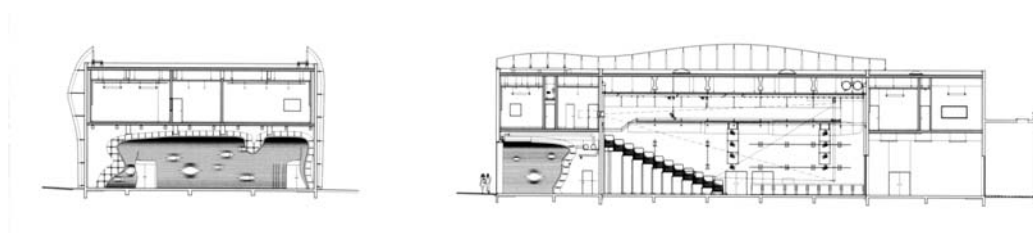


Fig. 13: Secciones. Maison Folie (2001-2004).



Fig. 14: Estructura, vista de día, vista de noche, al anochecer y fotografía de la maqueta, por la autora, de la Bienal de Venecia 2004. Maison Folie (2001-2004).

Para el WTC, como en muchos de sus proyectos, NOX, siguiendo y variando las técnicas de Frei Otto, experimenta en la fase inicial del proyecto con hilos de lana que en este caso sumerge en agua. Los hilos de lana representan cada una de las torres pensadas para el proyecto que Max Protetch Gallery encargó para el nuevo World Trade Center de Nueva York en 2001. Una vez sumergido el objeto, se agita horizontalmente. Este movimiento se entiende como la manera de transferir lo que

ocurre en la calle a la verticalidad de la torre. Por eso, NOX considera este proyecto más urbanístico que arquitectónico. Prueba de ello es el sistema de ascensores, que funciona como un sistema de metro. El resultado se digitaliza y se densifica. Finalmente se da la vuelta y surge así la forma final de las torres (Fig. 15).

FOA y Greg Lynn también fueron invitados por la Max Protetch Gallery a diseñar un proyecto para las nuevas torres del WTC. FOA hizo un trabajo más centrado en lo estructural, en el que se estudiaba cómo era posible que ocho torres se soportaran entre ellas, en una especie de metáfora de “la unión hace la fuerza”.

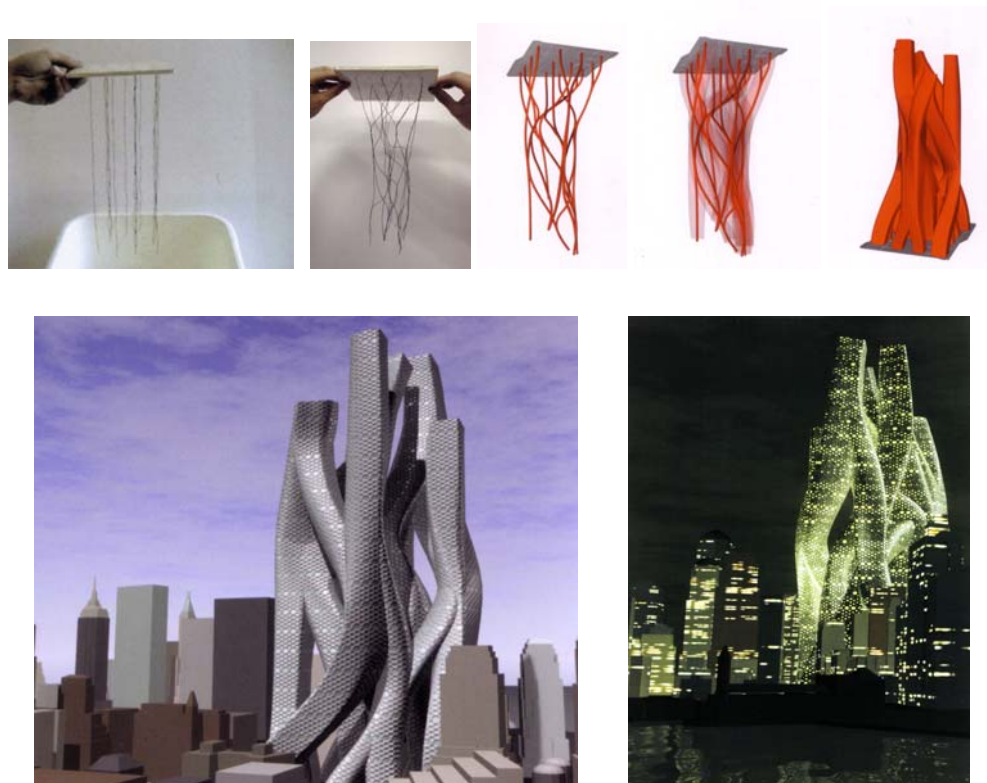


Fig. 15: Secuencia de conceptualización del proyecto y *renders* de día y de noche. WTC (2001).

La Son-O-House es una obra de arte pública construida en 2004. Está situada junto a la autopista que une Son en Breugel y Eindhoven, en un gran parque industrial (el Industrieschap Ekkersrijt) donde hay muchas empresas dedicadas a la investigación industrial y las nuevas tecnologías. Está destinada a mostrar en la realidad todo lo que se puede hacer mediante las nuevas tecnologías, pero también quiere ser un lugar para el encuentro social, un espacio que permita la relajación y una pieza para la simple observación de su belleza. El edificio incorpora la música compuesta por Edwin van der Heide, que suena las 24 horas del día, y está abierto todos los días de la semana. La Son-O-House no es exactamente una casa. Según NOX, quiere ser, por un lado, la experimentación a pequeña escala de los mecanismos de proyectación que puedan servir para afrontar con garantías proyectos más grandes. Por otro lado, quiere reflejar los movimientos cotidianos de los habitantes de una casa y hacerlos evidentes a través de los cambios que estos provocan en una secuencia musical dada.

El proceso empieza con el análisis de los movimientos de distintas personas dentro de sus hogares (Fig. 16). Mediante cámaras en diferentes ubicaciones y su conexión al ordenador, se obtienen unas secuencias de movimientos que son estructuras complejas de tres elementos en cooperación: el cuerpo, las extremidades y las manos y los pies. Los movimientos se sintetizan en una cierta coreografía que después se traslada a una maqueta de papel formada por bandas (Fig. 17). Así, una banda sin recortar corresponde a una movimiento de todo el cuerpo; una banda recortada por la mitad significa el movimiento de una extremidad; finalmente, una banda recortada en su cuarta parte manifiesta el movimiento de las manos y los pies. Luego se toman estas bandas, con distintos cortes longitudinales, y se grapan entre ellas por el punto en que están recortadas; es decir, justamente donde tienen el máximo potencial de conexión. Esto deriva directamente en un efecto de curvatura ya que todo el conjunto se enrolla automáticamente. De esta forma, se obtiene un sistema estructural: las curvas de papel trabajan conjuntamente y son autoportantes. El resultado es una estructura tridimensional porosa, un complejo compuesto de costillas y arcos (Fig. 18).

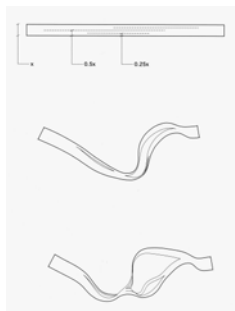


Fig. 16: Estudio de los movimientos de una persona en una casa, tipos de cortes y maqueta inicial de papel. Son-O-House (2004).

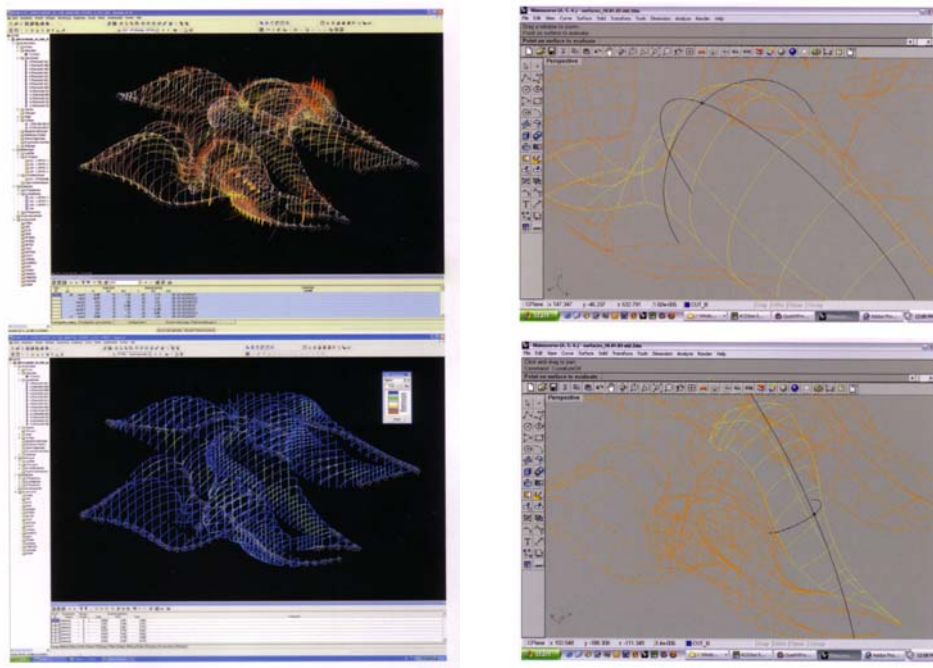


Fig. 17: Segunda maqueta de papel, y distintas vistas del diseño digital de Son-O-House (2004).

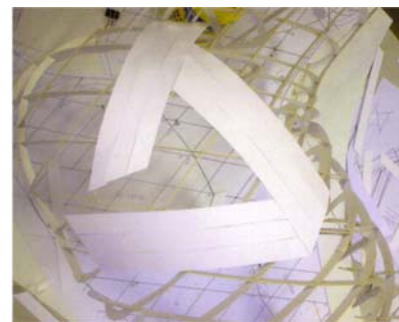
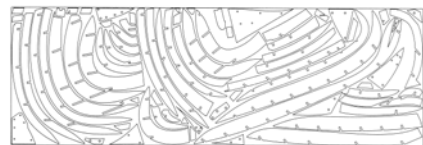
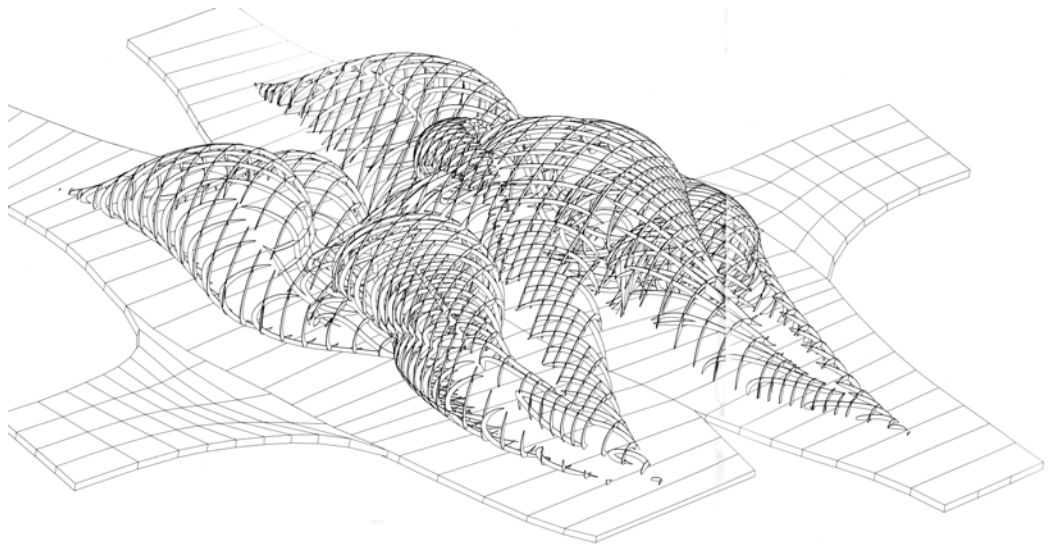


Fig. 18: Esquema 3D, construcción en taller, despiece y maqueta para el constructor. Son-O-House (2004).

Una vez obtenida la maqueta de bandas recortadas en varios segmentos y grapadas entre sí formando un conjunto estructural, ésta se expande por los lados con la incorporación de una serie de bandas –violetas en la maqueta– producto del siguiente algoritmo: la líneas violetas se curvan de lado siguiendo el trazado inicial del papel blanco a la vez que intentan conectarse lo más rápidamente posible a otra superficie –el suelo u otra superficie de la misma estructura. El resultado se asemeja, según NOX, al efecto de una peine sobre unos cabellos rizados.

Este sistema aparentemente caótico y disperso, de condiciones fluidas y ondulantes, se digitaliza y remodela para llegar a la estructura final, unas bóvedas entrelazadas que se apoyan o se cortan entre sí. La manipulación de esta estructura mediante programas informáticos permite, no sólo controlar con mayor comodidad y precisión los grados de curvatura de las bóvedas, sino conceder una autonomía a todo el sistema para que evolucione según sus propiedades internas. También facilita el diseño de las piezas que compondrán el edificio, agilizando y haciendo más operativo todo el proceso de construcción.

La utilización de programas de diseño asistido por ordenador altamente evolucionados, como Rhino, es clave en el desarrollo de todos los proyectos de NOX. Para la ejecución material del proyecto, se diseñaron sólo piezas planas. De esta forma, todos los elementos podían ser preparados en el taller, trazados según los modelados de Rhino y cortados mediante máquinas computerizadas de alta precisión. Así, se construyen las costillas que forman el armazón. El interés por simplificar la puesta en obra hizo que para obtener las láminas que cubren la superficie, se trabajara con piezas estandarizadas y realizables en taller. Todo esto se logró a pesar de que la superficie a cubrir fuera una estructura compleja de doble curvatura, y por tanto, no estandarizable. La disposición de las bandas formando la malla de la cubierta se efectúa según un método algorítmico. El resultado es que la mitad de las bandas colocadas no necesitan recorte alguno, mientras que el resto se tuvo que recortar en obra, evitando siempre el desperdicio de material ya que todo

venía planificado según una maqueta que se preparó para el constructor y que resume el complejo patrón en forma de mosaico.

Las costillas que conforman la estructura son de acero inoxidable. Son planas. La láminas de la cubierta también son de acero inoxidable, en este caso perforado, para que sus características de transparencia y reflexión puedan ser incorporadas después, durante el uso del edificio por parte de sus visitantes. De esta forma, el edificio cambia según la luz natural o artificial y según las condiciones climatológicas. Tal y como Lars Spuybroek explica: *“La panelización de superficies complejas de doble curvatura es un tema importante tanto desde el punto de vista estético como metodológico. La teselación se ve normalmente como la subdivisión o agregación de módulos. El método menos interesante es la triangulación, la subdivisión de la superficie en caras triangulares, donde tres puntos siempre conforman un plano. Las técnicas más interesantes se basan en la variabilidad, que es una manera «técnica» de pensar, donde bandas flexibles preceden a las endurecidas tejas cerámicas.”*¹¹

Finalmente, cabe comentar la interacción musical que se produce en el edificio mientras los visitantes recorren su interior. Se colocan 23 sensores en puntos estratégicos que captan el movimiento de los visitantes. Este movimiento detectado por los sensores provoca modificaciones en la música preparada por Edwin van der Heide. El resultado es un complejo sistema retroalimentado en el que el visitante es, al mismo tiempo, intérprete y espectador. Como en H2Oexpo o wetGRID, el visitante influye en la arquitectura a través de sus movimientos. En este caso, sin embargo, la interacción del usuario se hace manifiesta en los cambios introducidos en la banda sonora (Fig.19).

¹¹ SPUIBROEK, Lars, *NOX, Machining Architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2004, pag. 187.



Fig. 19: Vistas exteriores, vista de noche y vistas interiores. Son-O-House (2004).

7.3 La oficina en la era de la información

Soft Office es el paradigma de la cooperación entre las nuevas tecnologías y la arquitectura, no solamente para facilitar la representación gráfica del proyecto, sino también, y sobre todo, para hacer posible un edificio que promueva un modo de trabajar adecuado a las nuevas necesidades y a las nuevas condiciones de la sociedad de la información. Así, el diseño asistido por ordenador es más que una simple herramienta de representación gráfica, ya tradicional en la mayoría de los estudios de arquitectura, e incorpora los avances tecnológicos actuales en la vida misma.

Soft Office es la sede central de Anne Wood/Ragdoll Television Productions. El proyecto incluye las oficinas, una guardería y una tienda. Su emplazamiento se encuentra en Stratford-upon-Avon (Reino Unido). Se trata de un proyecto sin construir realizado en el año 2001. El sistema propuesto para las oficinas es el que ya llevan a cabo algunas empresas tecnológicas: nadie ficha y nadie tiene un lugar de trabajo fijo. Los trabajadores se sitúan según los equipos que hayan establecido para proyectos concretos o según sus preferencias personales. *“Aunque la teoría de la gestión moderna reconoce que debe existir una necesaria rigidez para organizar ciertas tareas alrededor de unos objetivos establecidos, una cierta relajación de su implementación es esencial.”*¹² Como vemos, según el equipo de NOX, es necesaria una cierta planificación, sin que ésta sea excesiva, ya que podría conducir a la improductividad y a la limitación de la creatividad y la innovación. En este proyecto defienden que la arquitectura debe permitir una buena gestión del tiempo y de las personas ya que el espacio donde se trabaja es quien establece las condiciones del ambiente productivo. En este sentido, el método que se utiliza para el diseño arquitectónico será aquél que permita la aparición de espacios abiertos de reunión (expansión) y espacios cerrados de concentración (contracción).

¹² Ibidem, p. 216.

La oficina alberga sesenta personas trabajando en varios departamentos: dirección, administración, márketing, producción, etc. La investigación llevada a cabo por NOX para optimizar el espacio consiguió disminuir en un tercio el espacio que normalmente se destina a cada trabajador. Se eliminaron pasillos inútiles. Todavía más: los espacios no están diseñados según el tipo de trabajo que se efectúa en ellos, sino que cada trabajador, según su modo de trabajar, posee un material de oficina específico que va trasladando consigo. En este sentido la flexibilidad es total.

El espacio de los niños (*Scape*) se contrapone al carácter más longitudinal de la oficina. Aquí, los movimientos se proyectan gravitacionales y espirales. La idea es crear, mediante programas informáticos y la conexión a Internet, un lugar de experimentación e interacción que estimule los sentidos y la sensibilidad de los niños; un lugar en el que puedan desarrollar sus habilidades de lectura, dibujo y música.

Según los arquitectos, el objetivo de este proyecto era investigar en qué grado una mayor flexibilidad del espacio puede influir –y estimular– una mayor flexibilidad mental. Es decir, tratar de extraer a la arquitectura todo aquello que ayude a maximizar el rendimiento creativo y empresarial. Para ello, se basaron en los trabajos experimentales de Frei Otto, tomando sus diagramas bidimensionales de sistemas porosos. Así, experimentaron en el estudio con técnicas de modelado mediante hilos de lana. Para conseguir la tercera dimensión, incluyeron luego pequeños tubos de goma y laca líquida.

El procedimiento es el siguiente: se crea un recipiente circular hecho de madera, que permita ampliar su profundidad doblando la altura. Inicialmente, el recipiente es poco profundo. Se pone dentro laca líquida y se atan a los bordes de madera varios pequeños tubos de goma. Luego se amplía la profundidad del recipiente levantando uno de los marcos. Mientras esto ocurre, la laca se va secando, da lugar a agrupaciones de tubos, superficies blandas de material seco y agujeros intersticiales

entre las superficies. El resultado puede compararse a algunos procesos de la naturaleza. Por ello cabe afirmar que dentro de los intereses de NOX también está el de unir en un mismo proyecto el interés por lo tecnológico y lo orgánico (Fig. 20).

Una vez conseguida la trama en la que se basará el proyecto, el siguiente paso es digitalizarla. De este modo, el software puede desarrollar la forma según la información recibida. La trama de goma y laca es formal y estructural a la vez. Contiene, como pretendían las premisas del proyecto, espacios abiertos, espacios esponjados y espacios cerrados. En este punto, se añaden algunos volúmenes deformables y las extremidades también se hacen más volumétricas. Se consigue así una topología adecuada a la tipología de las oficinas. Todo el proceso se lleva a cabo manteniendo una cierta vaguedad general, ya que el paso de una fase a otra no es lineal ni directo. La planta resultante presenta el espacio de los niños a la izquierda y el espacio de oficina a la derecha. El espacio infantil está pensado para que los niños puedan interactuar con la propia arquitectura y las nuevas tecnologías, a través de sensores, proyecciones y dispositivos varios (Fig. 21 y 22).

El funcionamiento de las oficinas se ha estudiado al detalle para poder ofrecer el máximo de rendimiento con la mínima pérdida de espacio inútil. Se establece la distinción de tres condiciones que caracterizan tres tipos de espacios: las células son espacios de máxima concentración y mínima relación con los demás (despachos cerrados); los estudios son espacios de poca autonomía y bastante interacción social (salas de despachos abiertos); los clubs serían las salas de reuniones, espacios autónomos de máxima relación. Entonces se analiza la necesidad de cada uno de estos espacios por parte de los distintos departamentos de la empresa. Todo ello termina configurando la distribución final del programa. Los espacios resultantes son muy fluidos y crean visuales que abarcan varios despachos a la vez. Eso permite establecer contacto visual con varios trabajadores, cosa que facilita saber si pueden ser interrumpidos o no en caso de necesitar su colaboración. La apertura de los espacios también permite que los despachos se beneficien de la iluminación natural.

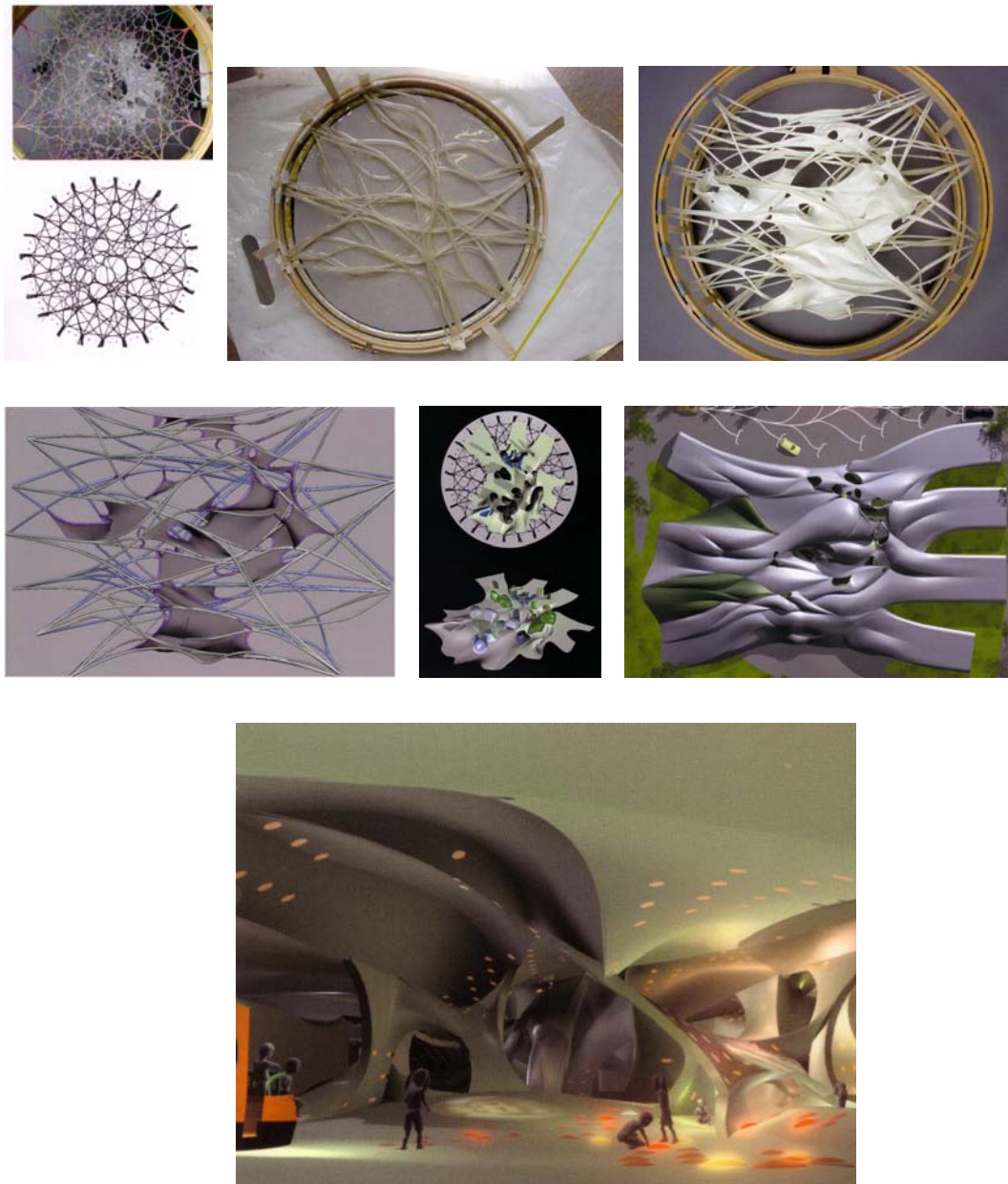


Fig. 20: Experimentación inicial, digitalización del proceso y espacio de los niños. Soft Office (2001).

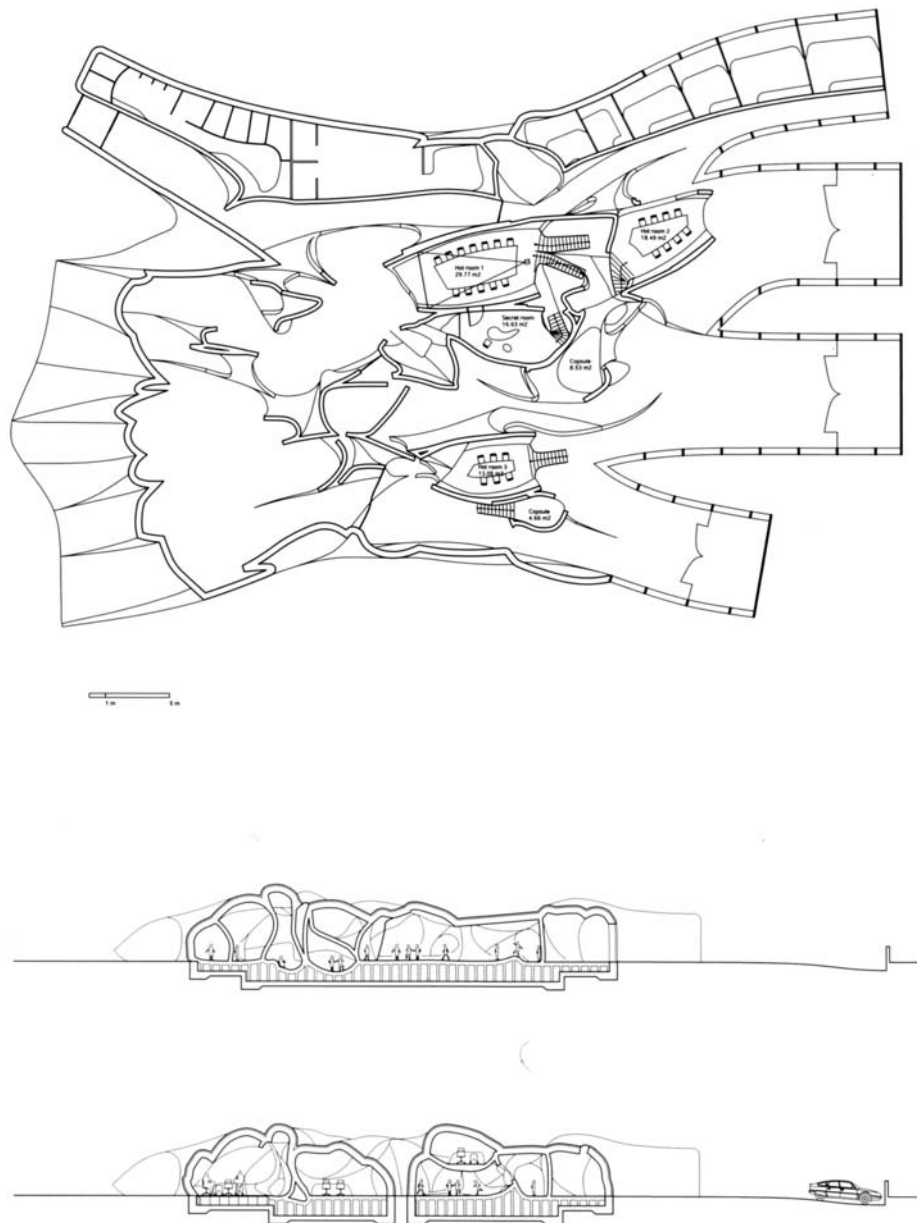


Fig. 21: Planta y secciones. Soft Office (2001).

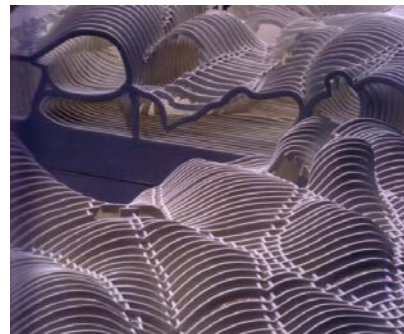


Fig. 22: *Render* interior y estudio del sistema estructural y constructivo. Se utiliza, como en la mayoría de los proyectos de NOX, un sistema de costillas. Su diseño se estudia mediante maquetas. Las primeras se hacen con papel, después se pasa a la madera. Los datos que se obtienen se introducen en el ordenador y a partir de ahí se desarrolla el proyecto. Soft Office (2001).

7.4 Vanguardias tecnológicas

La arquitectura de NOX es una arquitectura inform(acion)al. Es decir, es a la vez informal y al mismo tiempo se sirve de la información para ser producida. La forma se genera a través de información externa, combinada y superpuesta. La informalidad viene dada por un “orden vago”, en palabras de Lars Spuybroek, que, aunque permite la variación, no es aleatorio; es preciso porque no deja nada fuera. Este “orden vago” es el producto de experimentaciones estructurales como los “sistemas optimizados de circulación” de Frei Otto y su equipo del Institute for Lightweight Structures o como las maquetas funiculares que utilizó Gaudí en la Sagrada Familia. Estos sistemas sirven para calcular la forma a través de numerosas interacciones entre unos elementos dados durante cierto intervalo de tiempo. En general, se usan materiales capaces de procesar fuerzas mediante la transformación. Esos materiales son pompas de jabón, película de jabón, cola, barniz, hilos de lana, arena, globos, papel. Materiales, que en cierta forma se relacionan con la estructura de varios fenómenos naturales u orgánicos. Es el caso de la arena, en constante transformación cuando el viento modela las dunas en un desierto o una playa; o las pompas de jabón, que varían su forma según el aire y su propio movimiento. Todos estos sistemas son vectorizados. Se economiza el número de trayectorias. Tienen en común una geometría de unión y de separación (Fig. 23).

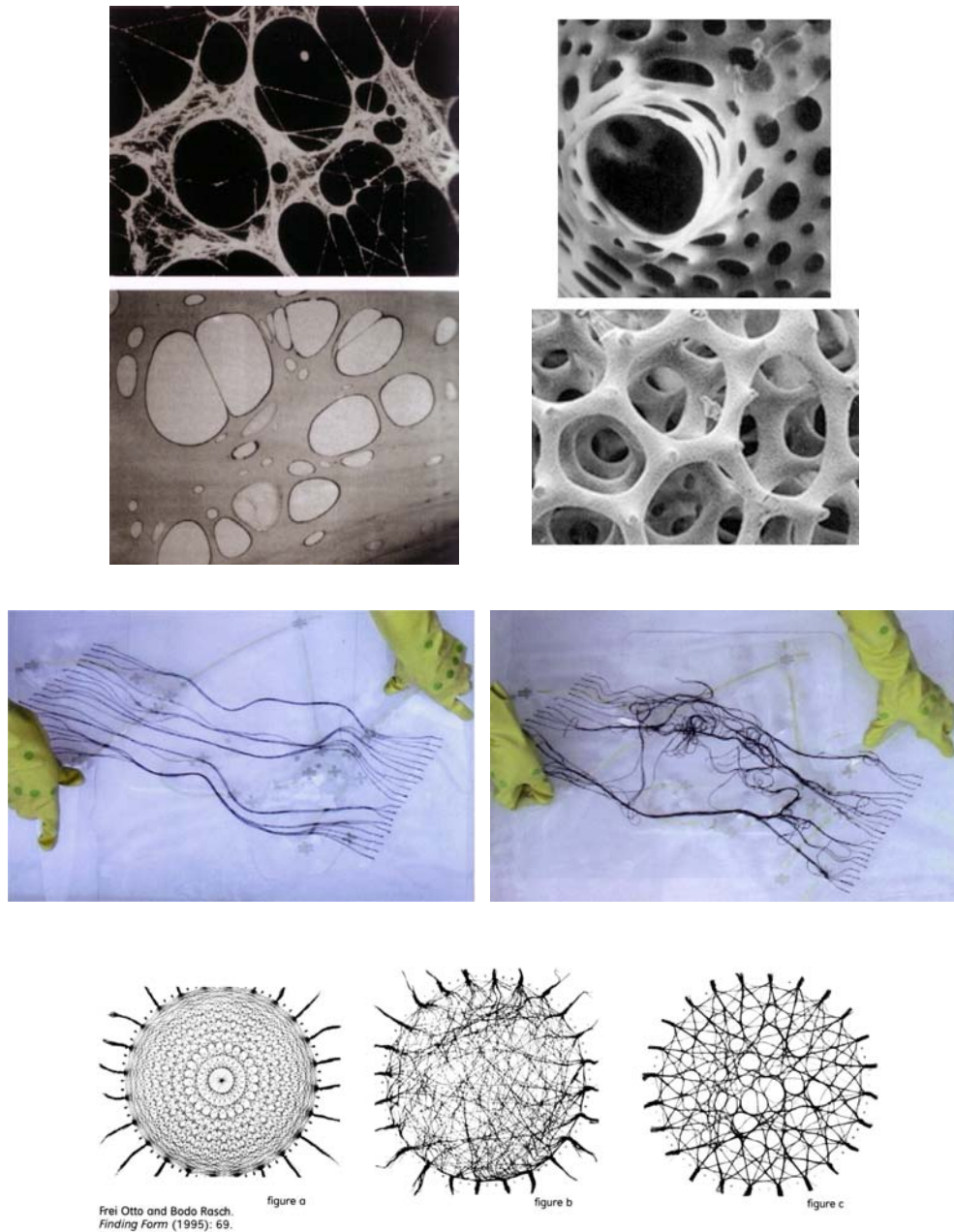


Fig. 23: Sistemas de experimentación con materiales porosos y esponjados, dibujos de Frei Otto, experimentando con tramas húmedas, transformación de los hilos de lana en una maraña después de ser sumergidos.

En el artículo “La estructura de la vaguedad”¹³, Lars Spuybroek explora el comportamiento de los hilos de lana al ser sumergidos en agua. El resultado es un “orden vago” que hace que los hilos se unan entre sí. Esto da lugar a agujeros, cruces y gruesas agrupaciones filamentosas. Todo ello es producto de la influencia de un elemento externo (el agua) que genera un movimiento dentro del sistema. Lo mismo ocurre en muchos de sus proyectos: el movimiento de los visitantes altera las características del edificio.

Se trata de una “trama húmeda”, también en palabras de Lars Spuybroek, que combina flexibilidad y movimiento. La trama húmeda se adapta perfectamente a los cambios de información externa tales como el movimiento de las personas o las diferentes condiciones atmosféricas. La “trama húmeda” se caracteriza por la línea curva, contraponiéndose con la línea recta que caracterizaría a la trama seca: *“Una curva es una línea recta más inteligente y mejor informada. Una curva es una línea recta con una mayor obertura, en la que podemos parcialmente regresar sobre nuestros pasos, cambiar de opinión, dudar u olvidar.”*¹⁴

Esta “trama húmeda” permite pues multiplicar y variar las trayectorias. Su configuración, lejos de la rigidez euclidiana, da paso a nuevas formas, múltiples posibilidades y múltiples potencialidades. La “trama húmeda” es una de las herramientas proyectuales a la hora de encontrar un sistema capaz de integrar las condiciones externas y la coherencia interna. Mediante esta herramienta, se obtiene una forma evolutiva regida por un “orden vago” que permite la sustitución de *“la flexibilidad pasiva de la neutralidad por una flexibilidad activa de la vaguedad”*. En oposición a la neutralidad, la vaguedad actúa con un campo diferenciado de vectores, de tendencias, que permite establecer objetivos y formas de operar claramente definidas y a la vez una serie de acciones indeterminadas. Posibilita la conducta formal e informal. Pero también las relaciona. Es un situacionismo estructural.

¹³ Ibídem, p. 352.

¹⁴ Ibídem, p. 356.

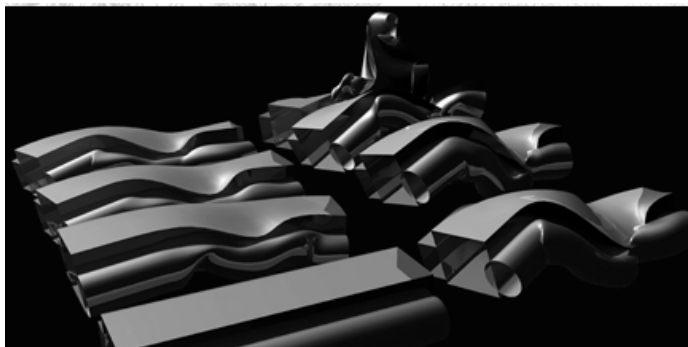
Permite que las *dérives* y los *détournements* adquieran estatus estructural: *“La intencionalidad transparente de la planificación y el hábito están cargados con los pasos laterales de la intencionalidad opaca.”*¹⁵

Todo el proceso cristaliza en una arquitectura sofisticada y blanda; una arquitectura orgánica, fluida; flexible con las necesidades de sus usuarios pero estricta en su capacidad técnica. NOX produce una arquitectura que se sitúa entre dos mundos paralelos: uno de organismos biológicos; y otro metálico y electrónico, vinculado a las tecnologías modernas. NOX se sirve, pues, de las más avanzadas tecnologías digitales, de lo metálico y lo maquínico, para poder ofrecer a las personas la calidez, el confort y la sorpresa que necesitamos todos en nuestra vida cotidiana. En palabras de Manuel Gausa¹⁶: *“La arquitectura pasa a modelarse, así, no como una escultura o como un dibujo sino como un flujo móvil, co-participante, inserto en un medio poblado por fuerzas diferenciales de atracción y movimiento que definen tensiones direccionales (concebibles como formas) surgidas de procesos que surcan el espacio, como una corriente materializable pero siempre virtualmente abierta a fluctuaciones.”*

¹⁵ Ibídem, p. 357.

¹⁶ GAUSA *et al*, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003, pag.254.

8 - La forma animada



8. La forma animada

"Creo que la tecnología no es algo que usamos, sino algo que vivimos."

Goddfrey Regio

En efecto, la tecnología digital ha transformado las formas de vida de la sociedad contemporánea. También las formas de la arquitectura, y los modos de imaginar aquello que la arquitectura puede llegar a alcanzar mediante la imaginación. En apenas unas décadas los estudios de arquitectura diseminados por todo el planeta han visto desarrollarse sofisticadas herramientas digitales que les permitían experimentar la arquitectura de un modo completamente nuevo.

La velocidad de esta transformación ha tenido también como consecuencia que, frecuentemente, la investigación que se estaba llevando a cabo por los arquitectos en sus proyectos se haya visto complementada por investigaciones sobre las tecnologías digitales que estaban surgiendo y por reflexiones teóricas que les permitiera pensar sobre sus implicaciones sobre la arquitectura.

Probablemente nunca como en las dos últimas décadas ha habido tantos arquitectos que sintieran la necesidad de reflexionar sobre su propia práctica. El ámbito académico y la escritura en publicaciones especializadas han pasado a ser una nueva extensión del trabajo de muchos arquitectos. Y ello no ocurre tan sólo por un deseo de difusión de sus ideas en un mundo globalizado donde la comunicación es un factor primordial, sino también debido a que es la noción de arquitectura misma la que se ha puesto en movimiento en la era digital.

Greg Lynn es un arquitecto que encarna perfectamente este estado de cosas que estamos tratando de analizar en la presente investigación. Su modo de abordar la arquitectura parte de la idea de movimiento y animación, introduciendo en la arquitectura modelos de organización que no son inertes, tratando de experimentar al límite los retos que las nuevas tecnologías suponen frente a la arquitectura tradicional.

8.1 Despertar el movimiento

Greg Lynn nace el 7 de septiembre de 1964. En 1986, con 22 años, se gradúa *cum laude* en Filosofía y Diseño Ambiental en la Miami University de Ohio y en 1988 realiza un Master en Arquitectura en la Princeton University. Inicia sus actividades profesionales en los estudios de Antoine Predock, Antoine Predock Architect (1987), y de Peter Eisenman, Peter Eisenman Architects (1987-1991). Trabaja también como conferenciante invitado en la Ohio State University y en la University of Illinois de Chicago (1991-1992). En el verano de 1993 participa en un Workshop en la Soros Foundation's de Bucarest, Rumanía.

Sus obras más destacadas comprenden desde notables ejercicios para concursos como la Cardiff Bay Opera House (Fig.1) hasta la transformación del bloque de viviendas Kleiburg en Bijlmermeer, Ámsterdam, o la Iglesia Presbiteriana de Korea en Nueva York.

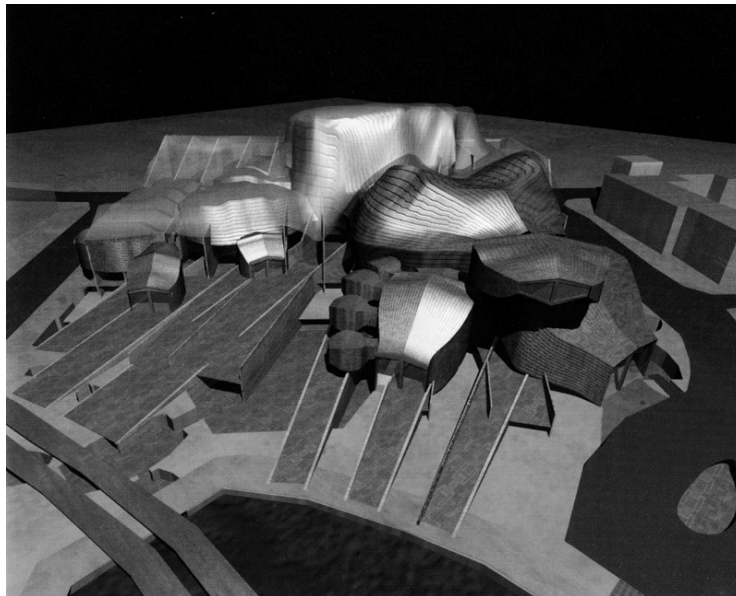


Fig. 1: Cardiff Bay Opera House (1994).

Greg Lynn se caracteriza por ser un apasionado usuario del control del ordenador combinando, en su arquitectura, diseño e inteligencia. Utiliza las geometrías topológicas para curvar, torcer, deformar y diferenciar las estructuras, desafiando las nociones tradicionales preconcebidas de la arquitectura. Desarrolla una nueva visión, producto de un proceso de diseño dinámico que persigue entender las edificaciones como entes dinámicos, fluidos, en continuo proceso de cambio y de transformación hasta su concreción física final.

Probablemente pocos arquitectos contemporáneos han llevado una práctica tan productiva con el uso de la tecnología informática como Greg Lynn, empleando el arte animado y los efectos especiales para transformar formas y espacios. Sus secuencias morfogenéticas proceden del uso del software, que es capaz de mutar las formas según determinados criterios evolutivos que parten de la industria animada y los efectos especiales. Su trabajo, interesante y aclamado, ha sido premiado y exhibido tanto en museos como en galerías de arte, incluyendo la Biennale di Venecia en 2000, donde fue presentado simultáneamente en los pabellones australiano, italiano y norteamericano.

Estableció su estudio en 1992, y aloja un equipo humano y tecnológico que fusiona la búsqueda inagotable de morfologías exóticas, facilidad creativa, tecnología avanzada de diseño y técnicas productivas en conexión con la aeronáutica, la automovilística y la industria del cine, todas ellas muy vinculadas al lugar geográfico del sur de California. El estudio de Greg Lynn es multidisciplinar y trabaja en estrecha colaboración con una gran variedad de arquitectos, diseñadores industriales, gráficos y de moda, urbanistas y artistas para producir proyectos en un ámbito internacional. Embryological House es actualmente uno de los proyectos más destacados e importantes de Lynn, siendo también un manifiesto para una nueva filosofía arquitectónica.

8.2 Arquitectura corporal

Los elementos naturales son los argumentos que Greg Lynn emplea para explicar la topología de sus objetos. Se sirve de conceptos formales como *blobs*, *teeth* y *flowers* para establecer los principios de sus proyectos. Lynn introduce el concepto de *blob* (burujo) en la generación de un objeto a partir de formas dinámicas. Este concepto surge como consecuencia de aplicar a un *blob* –volumen que puede ser predefinido por un software 3D–, parámetros propios del proyecto (Fig. 2).

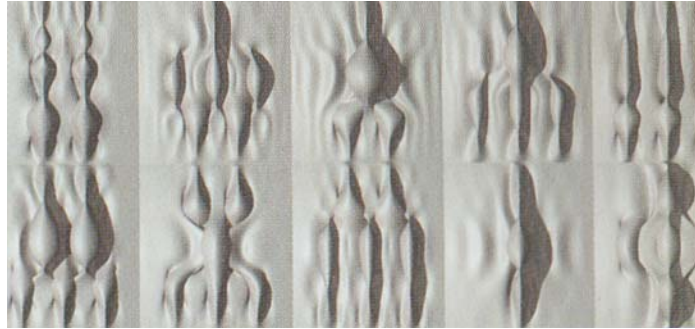


Fig. 2: Rendel + Spitz Bleb Prototype (2002).

Proyectos como Numinous Ceilings (Fig. 3) (Nueva York, EEUU, 2001) -Museum of Art and Technology- (Nueva York, EEUU, 2001), la Extension of St. Gallen Kunstmuseum (St. Gallen, Suiza, 2001), Rendel+Spitz Bleb Prototype (Colonia, Alemania, 2002) y SoftBall Project, Eyebeam Atelier (Fig. 4), son claros ejemplos de *blobs* dentro de la obra de Lynn.



Fig. 3: Secuenciación y *render* de Numinous Ceilings, limited edition of 10 (2001).



Fig. 4: Eyebeam Atelier Museum of Art and Technology (2001).

A las estructuras dentadas las denomina *teeth* (dientes). Este término describe una conexión entre superficies cuyas curvas son tangentes o disponen de vértices de control coincidentes. (Fig. 5)

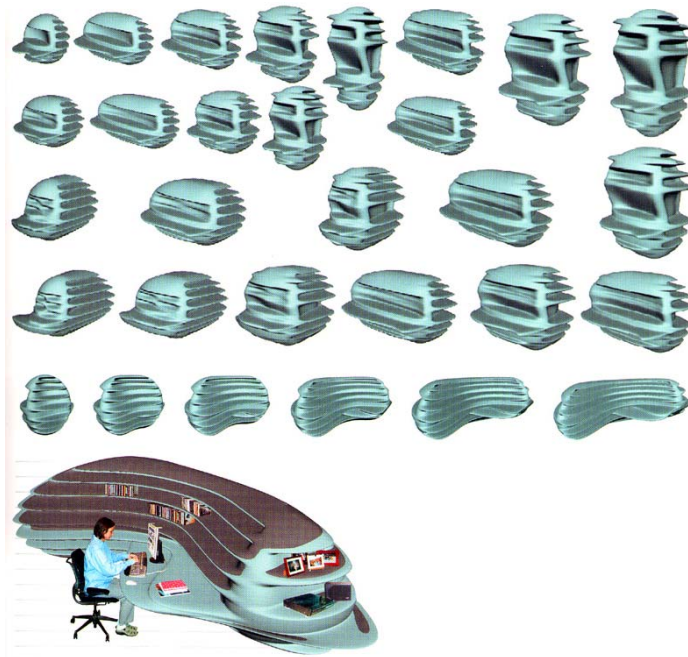


Fig. 5: Modelos de Tadpoles, Architectural Laboratories, Venice Biennale (2000).

Mediante el uso de la tecnología del control numérico e intentando unificar materiales, surge este ejemplo de flexibilidad a nivel funcional y escalar. A través de la proyección de las secuencias, se muestra la transformación de la geometría del mobiliario doméstico hacia otros usos (Fig. 6 y 7).

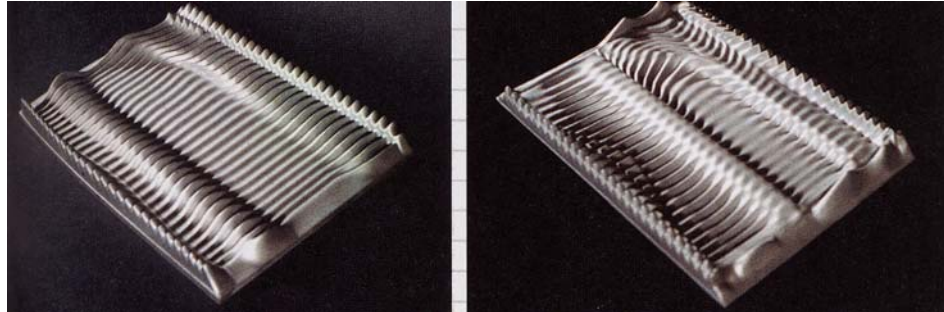


Fig. 6: Maquetas modelo - Visionaire #34 Case, Visionaire Magazine, New York (2002).

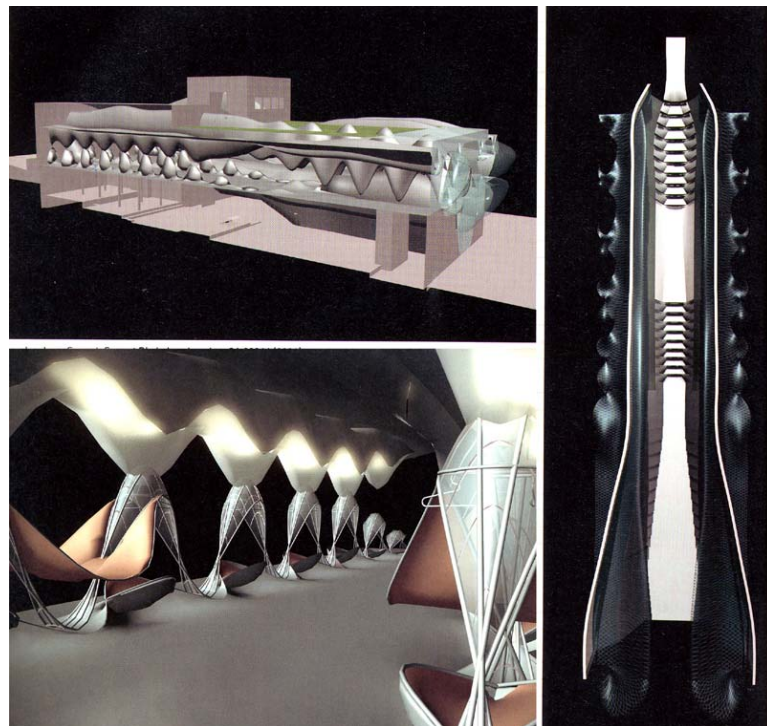


Fig. 7: *Renders* de Lords on Sunset, Sunset Blvd., Los Angeles, EEUU (2001).

Flowering (floración), el otro gran conjunto de formas, es una técnica de transformación de un tubo en una superficie con diferentes despieces. Los cortes generan secciones que pueden combinarse y deformarse para formar superficies complejas. Constituyen en definitiva un objeto loft, construido a partir de una directriz, abierta o cerrada, y diferentes secciones que sirven de generatrices (Fig. 8).

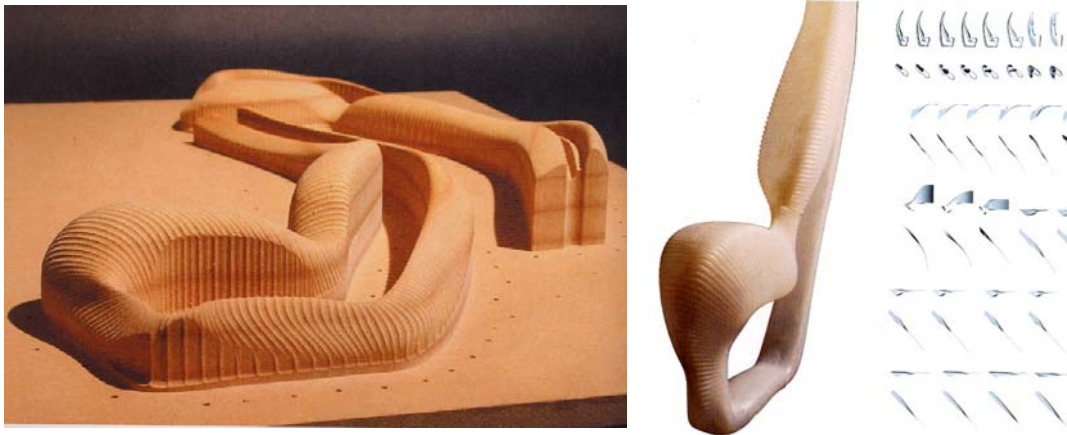


Fig. 8: Vista de la maqueta y molde de X- Ray Wall System, Architectural Laboratories, Bienal de Venecia (2000).

El estudio de estos principios generales genera otros argumentos a debate sobre el sistema de la forma. El tratamiento del hueco, la introducción de maquinaria con nuevas tecnologías de corte que posibilitan mayor flexibilidad en el desarrollo de la forma, la repercusión de nuevos softwares capaces de generar matrices en 3D y la genética aplicada a la forma, son las claves proyectuales sobre las que Greg Lynn desarrolla gran parte de sus proyectos. *Isoparm apertures* (aperturas isoparmas). Proyectos como el estudio de las viviendas mediante el X-Ray Wall System, Predator- Wexner Center of the Arts (Columbus, Ohio, EEUU, 2000), la transformación de Kleiburg Housing Block (Biljmermeer, Ámsterdam, Países Bajos, 2001) o bien el Edificio Central de BMW (Leipzig, Alemania, 2001) estudian las distintas posibilidades que ofrece el tratamiento del hueco (Fig. 9).

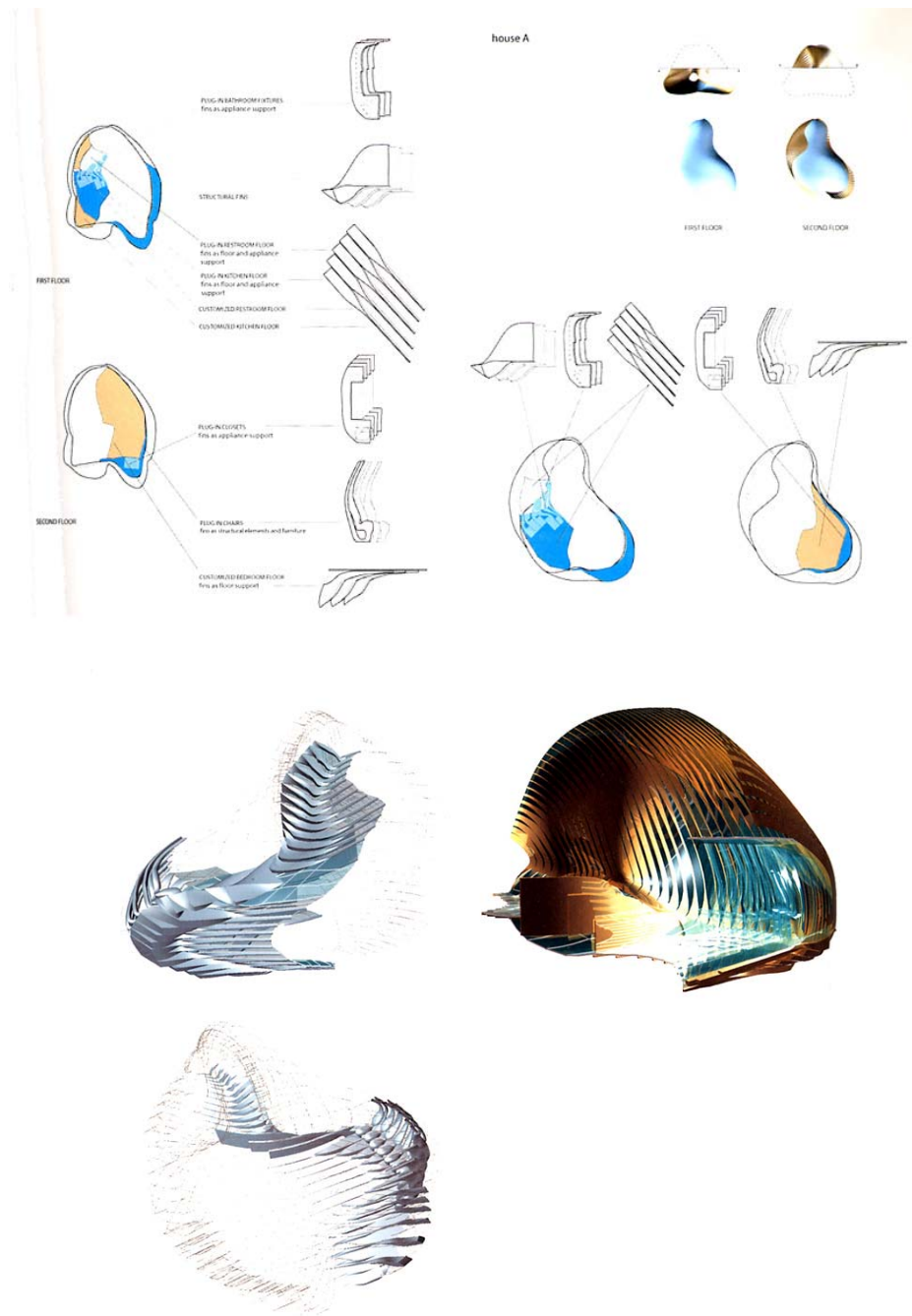


Fig. 9: Esquema y *renders* de X-Ray Wall System, Architectural Laboratories, Bienal de Venecia (2000).

Este proyecto surge como estudio para la Embryological House (1999). Tradicionalmente, el mobiliario se considera separado del espacio que ocupa. En contraposición, el diseño de la Embryological House integra la estructura, el recinto y el entorno doméstico en un sistema simple y flexible. Existen distintas tipologías de vivienda (House A/ B/ C/ D/ E/ F) formadas a partir de la colocación alternada de una serie de módulos tipo.

Continuando con esta tendencia situamos el proyecto Predator (Fig. 10 y 11), en un contexto surgido a partir de la colaboración entre el pintor Fabian Marcaccio y Greg Lynn. Las dos disciplinas se fusionaron digitalmente en la exposición realizada en el Wexner Center of the Arts. Su volumen lo forman 250 paneles de *foam* ensamblados entre sí. Han sido cortados mediante una máquina de control numérico.

La radical transformación del bloque Leiburg Housing Block existente (Fig. 12) de 500 unidades, construido sobre 1970 a las afueras de Ámsterdam, se consiguió a través de una mezcla de nuevos ascensores y escaleras mecánicas. Este edificio utiliza por primera vez las escaleras mecánicas en viviendas sociales. La nueva circulación se sustenta a través de 150 perfiles verticales de acero atados entre sí mediante un tejido semitransparente de acero inoxidable.

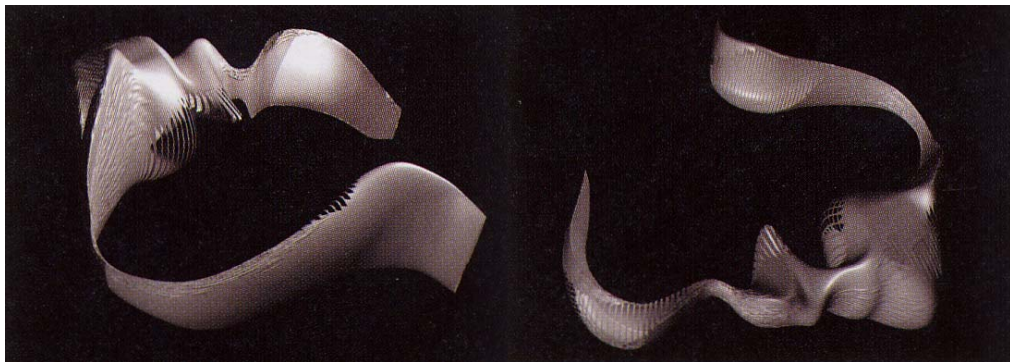


Fig 10: Proyecto Predator, Wexner Center for the Arts, Columbus, Ohio (2000).

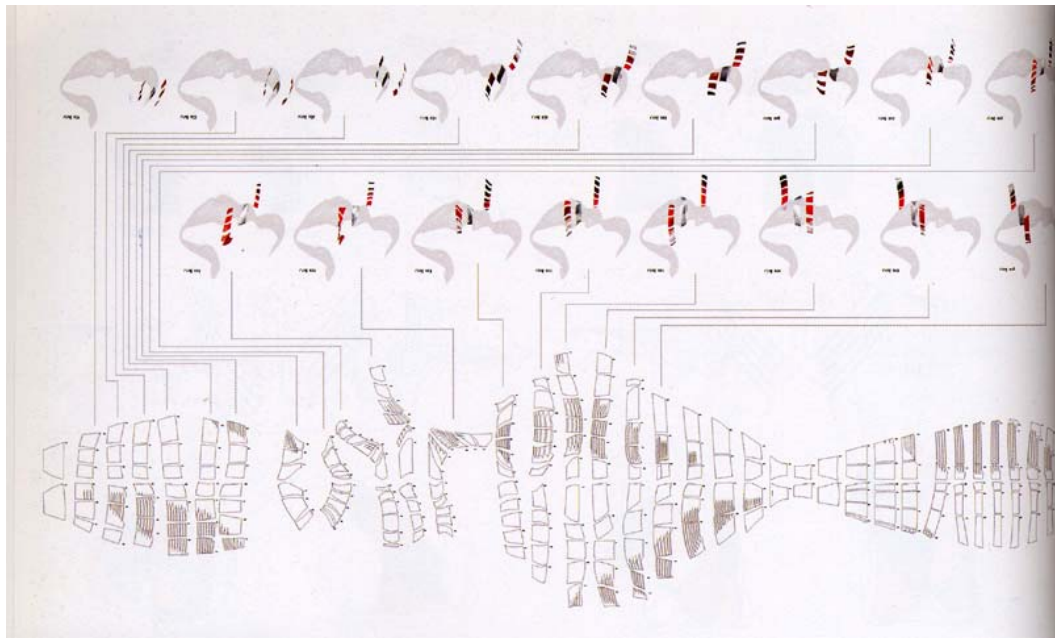


Fig. 11: Diagrama del proyecto Predator, Wexner Center for the Arts, Columbus, Ohio (2000).

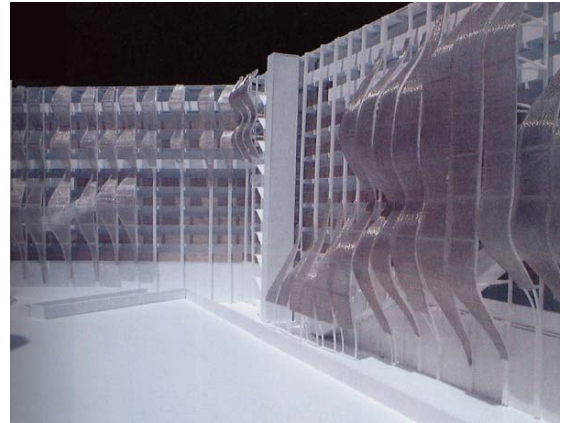


Fig. 12: *Render* y maqueta de Kleiburg Housing Block, Bijlmermeer, Amsterdam, Países Bajos (2002).

La mitad de las unidades existentes serán renovadas y puestas en régimen de alquiler, la otra mitad será reformado y vendido. Estas unidades habitacionales son de una longitud importante y disponen de una gran variedad tipológica: lofts, home office, dúplex, jardines, terrazas y oficinas.

Con el mismo planteamiento inicial de perforar, explorando sus posibilidades formales, se origina el proyecto para el Edificio central de la nueva planta de BMW (Fig. 13) en Leipzig, Alemania (2002). Ubicado entre tres fábricas, cuenta con una fachada a modo de expositor por donde acceden los trabajadores y visitantes. Los clientes demandan un entorno tecnológicamente avanzado. Las oficinas tratan de ser flexibles, las funciones como inspección, calidad y seguridad e investigación, se sitúan en la parte central en un voluptuoso recinto metálico que comunica los materiales acabados y la realización técnica de los automóviles BMW. Ese volumen metálico se encuentra situado bajo un sistema lineal de claraboyas que arrojan una luz difusa sobre la planta de la factoría. Todas las funciones no asociadas con el uso y la manufacturación de los coches, se sitúan por encima de la planta baja donde pueden disfrutar de una espectacular vista.

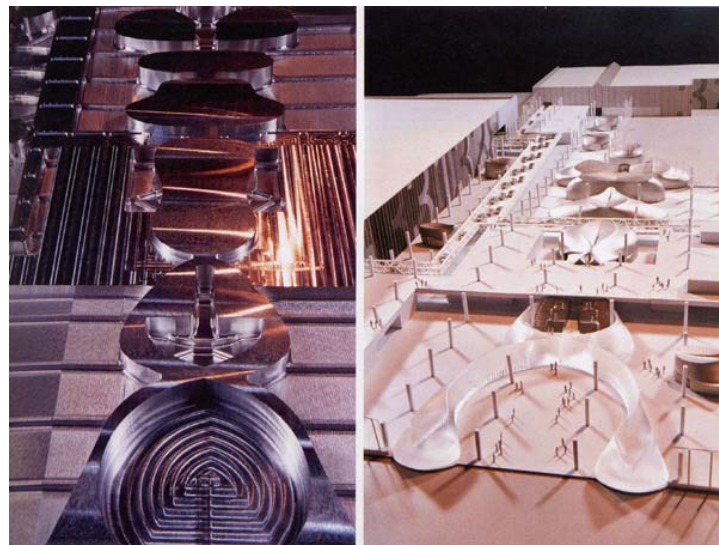
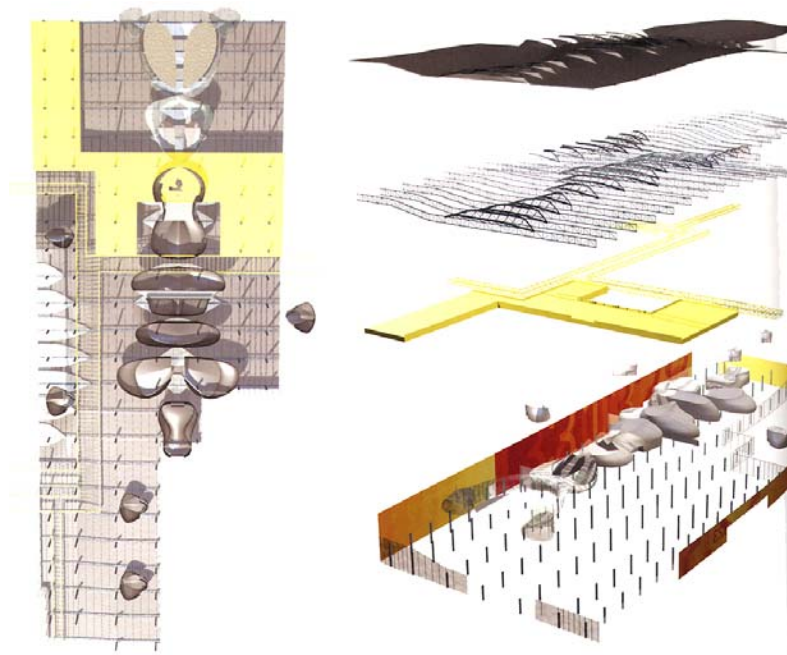


Fig. 13: Diagrama de distribución y detalle del diseño de la cubierta de aluminio del Central Building: BMW Factory Leipzig (2002).

Intricate pattern, relief and textura (pauta intrincada, relieve y textura). El progreso de las máquinas de control numérico ha hecho viable el desarrollo de nuevas formas paramétricas. Las nuevas tecnologías de corte, introducción de máquinas que cortan a 5 ejes en lugar de 3, facilitan mayor control en cuanto al diseño, el relieve y la textura de los modelos. El uso de estas técnicas le ofreció a Greg Lynn la posibilidad de diseñar un nuevo concepto de imagen y mobiliario para las tiendas de Pretty Good Life Showroom¹ (Estocolmo, Suecia, 2000). Su diseño, mutable, debe poder reflejar distintas identidades en función del contexto (Fig. 14).

Un desarrollo del software de matrices posibilita a Greg Lynn experimentar con un nuevo lenguaje. Usando relaciones numéricas existe la posibilidad de crear una matriz tridimensional a partir de una matriz plana. Estos nuevos programas ofrecen la posibilidad de transformar una matriz a partir de la deformación de uno de sus módulos (Fig. 15).

Plastic Flowers (Fig. 16 y 17), trabaja sobre las cualidades formales y estructurales examinadas en la naturaleza a través de prácticas experimentales e innovadoras adaptadas al edificio mediante una apariencia sintética. La nueva estrategia para el revestimiento de madera superficial se mezcla entre las condiciones ambientales locales y el espacio doméstico interior. En este proyecto, la superficie de investigación continúa siendo el *blob*. Constituye así un resultado formal para colocar la Embryological House en el entorno, el espacio trata de dialogar entre el interior y el exterior. El *blob* proporciona una oportunidad de explorar nuevas variaciones en la construcción de superficies compuestas, en esta ocasión, a través de un sistema de panel no modular. El revestimiento se basa en la geometría de la superficie, la rigurosidad del material se desvanece como consecuencia de su adaptabilidad sobre la superficie, y para ello, se aplican materiales ligeros y transparentes ya que así articulan el volumen. El resultado es una versatilidad sin fin en la forma y la localización del *blob*. La coloración transparente del revestimiento acentúa, en el

¹ www.PrettyGoodLife.com

interior de la casa, los cambios temporales del ambiente. El Responsive Floor System (Fig. 18) adapta la utilidad y la aplicación de los materiales al sistema de la planta para que se constituyan como los órganos fundamentales de la Embryological House, adecuando los recintos de las habitaciones y el mobiliario para la actividad doméstica.

Las plataformas, el mobiliario y los servicios están pensados para adaptar y satisfacer fácilmente los deseos y demandas del consumidor. La fabricación mediante tecnología de control numérico amplía la posibilidad de flexibilizar una vivienda producida en serie.



Fig. 14: Imagen de la tienda Pretty Good Life Showroom, Bienal de Venecia, Venecia, Italia (2000)

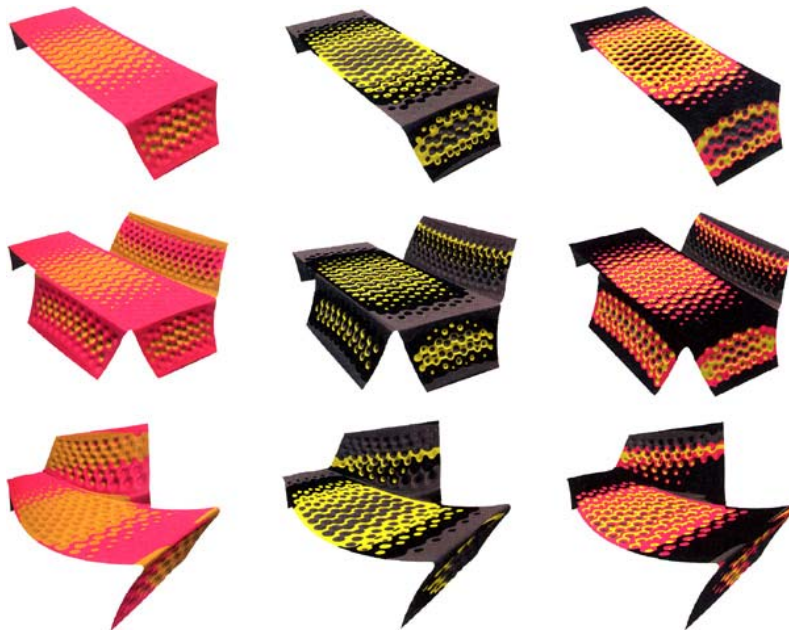


Fig. 15: Sistema de mobiliario multifuncional Tongue, Architectural Laboratories, Venice Biennale, Venice, Italia (2000)

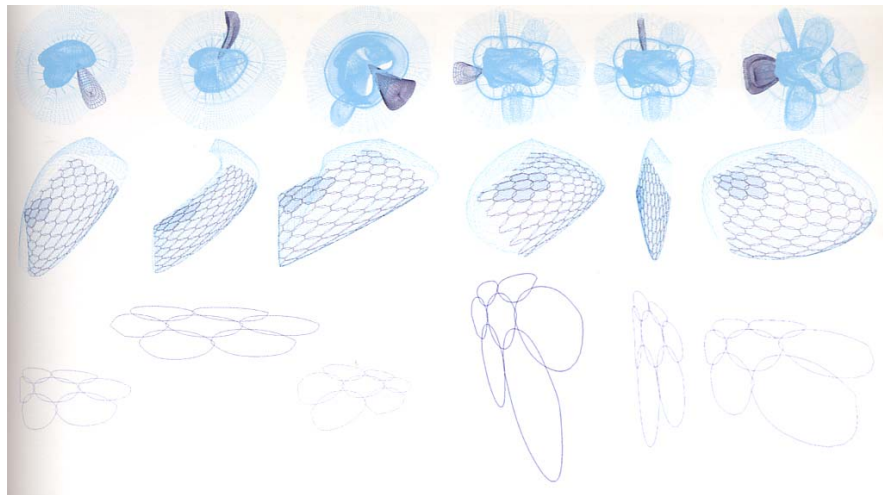


Fig. 16: Plastic Flowers, Architectural Laboratories - Bienal de Venecia, Venecia, Italia (2000)

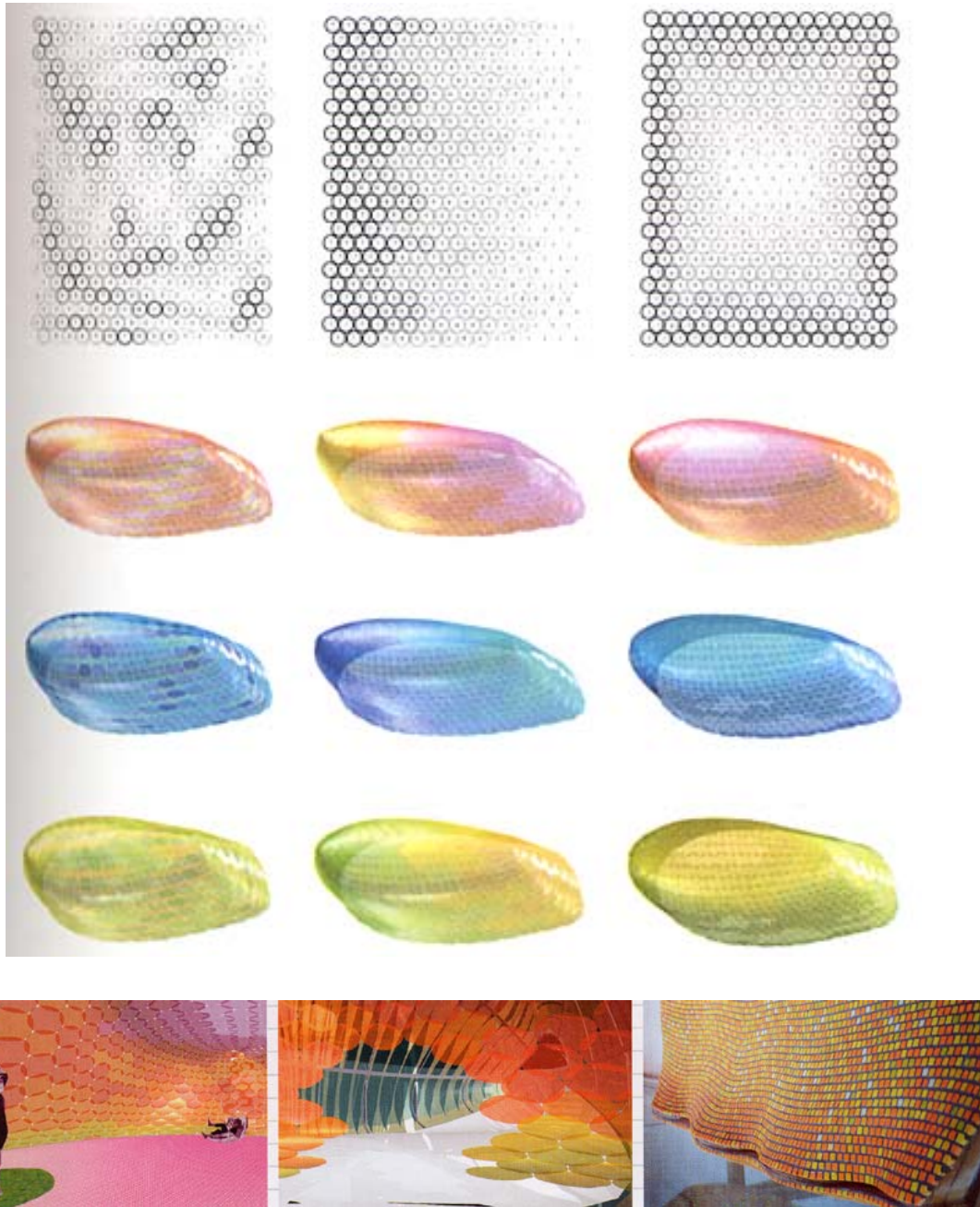


Fig. 17: Evolución del blob, render y maqueta de la Plastic Flowers, Architectural Laboratories - Bienal de Venecia, Venecia, Italia (2000).

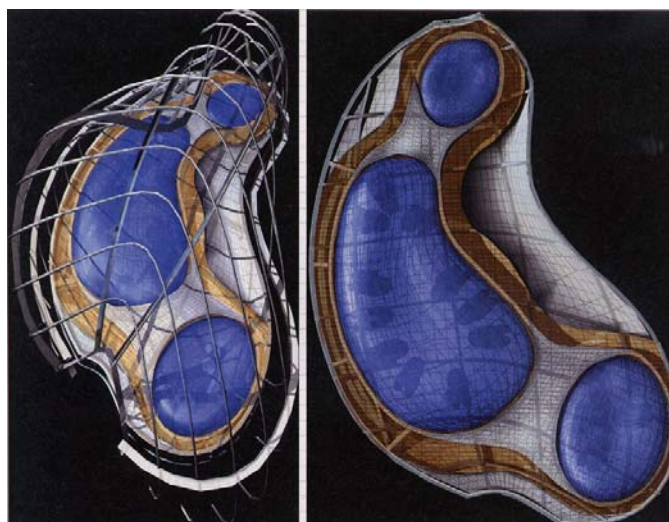
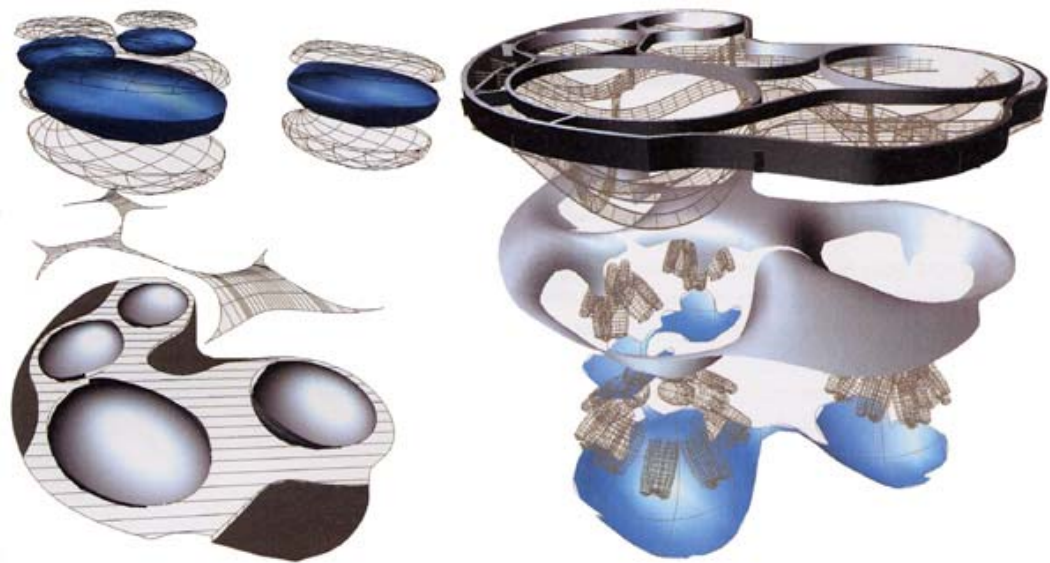


Fig. 18: Responsive Floor System, Architectural Laboratories, Bienal de Venecia, Venecia, Italia (2000).

El St. Gallen Kunstmuseum (Fig. 19) combina en una misma estructura dos museos, uno contemporáneo de arte y otro de historia natural. La incompatibilidad de alterar los edificios adyacentes produjo una circulación subterránea entre las galerías existentes de estas dos historias que ocupan un mismo ámbito. Esta situación crea un acceso monumental al parque contiguo; la extensión de la cubierta en el nivel inferior de estos volúmenes crea una plaza. Intercalado entre la cubierta al exterior y la plaza, Lynn sitúa tres volúmenes que podrían ser vistos desde la ciudad y el parque.

Surgido a partir de un encargo del gobierno de Costa Rica, Ark of the World (Parque Carada y Río Tárcoles, Costa Rica, 2002) es una atracción turística basada en la espectacularidad de sus formas, que demanda dialogar conceptualmente con la flora y la fauna de este país. Funcionalmente combina un museo de historia natural, un centro ecológico y un museo de arte contemporáneo (Fig. 20). Greg Lynn limitó en este proyecto su propio condicionamiento por la investigación de la evolución de la forma. Por esta razón, en el proyecto Ark of the World se inspiró claramente en la biodiversidad costarricense, específicamente en un pulpo.

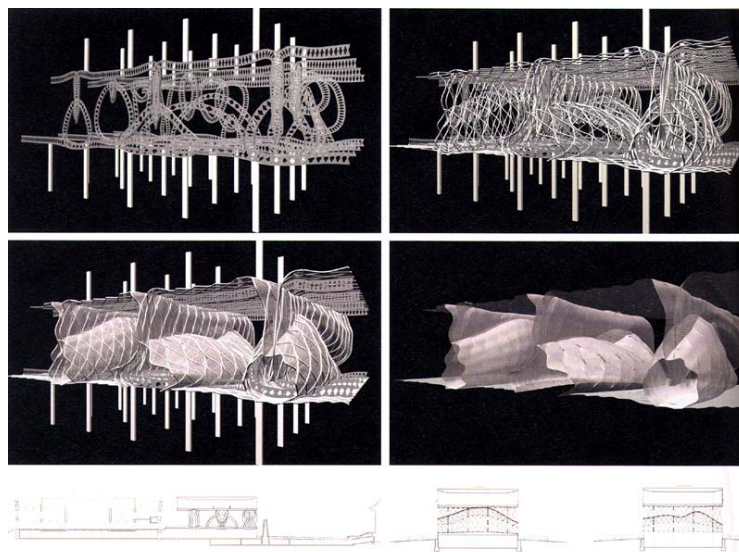


Fig. 19: Extension of St. Gallen Kunsmuseum, St. Gallen, Suiza (2001)

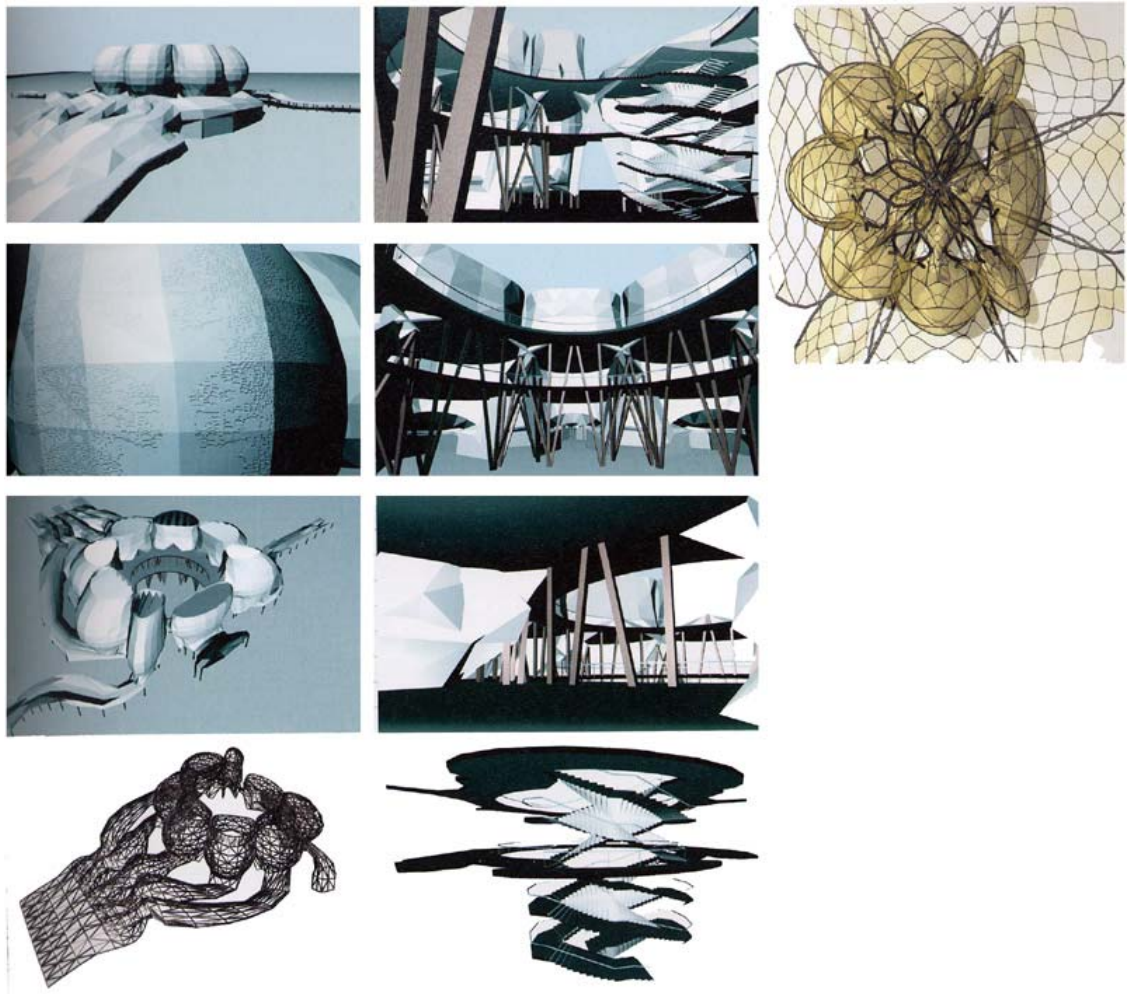


Fig. 20: Vista aérea del modelo. Ark of the world, Costa Rica (2002).

La Terminal Portuaria Internacional de Yokohama (Yokohama, Japón, 1994) pretende asumir un movimiento continuo producto de un complejo intercambio de visitantes, habitantes y medios de transporte urbanos y marinos (Fig.21).

Este proyecto lo aprovecha Lynn para explorar los límites del espacio continuo generado por el movimiento liso y continuo. Esta circulación define las funciones internas del puerto así como los valores de relación de la terminal con la ciudad y el mar. La longitud de la superficie propone una transición gradual de la ciudad y sus paisajes hasta encontrar el mar. Mediante el recurso de mezclar visitantes y ciudadanos, el proyecto captura las corrientes y los flujos de pasajeros y de ciudadanos en una asociación dinámica.

La transformación ocurre en dos direcciones mediante dos volúmenes autónomos. A lo largo del embarcadero, en una primera secuencia, el mar se convierte en ciudad a través del puerto. En un segundo proceso, la ciudad se vuelve agua para definir un jardín. Así, los visitantes de Yokohama experimentarán el jardín de los ciudadanos, mientras que los ciudadanos vivirán la experiencia del transporte. Como objetivo claro de proyecto está la participación constante de estas dos situaciones. De esta manera, se combinan las funciones del jardín y del puerto (Fig. 22 y 23).

La arquitectura de esta relación de espacios es intrínsecamente topológica porque las superficies deben transformar los materiales en volúmenes. Los espacios deben poder mediar entre los grados de interior y exterior de una manera fluida y continua. Las superficies de los dos pasos son definidas por dos materiales diferentes.

Las paredes y la cubierta del puerto, que contienen el volumen interno más grande, son revestidas en acero inoxidable cubierto de plomo. Este material proporcionará durabilidad frente al clima extremo del mar al recinto (Fig. 24 y 25).

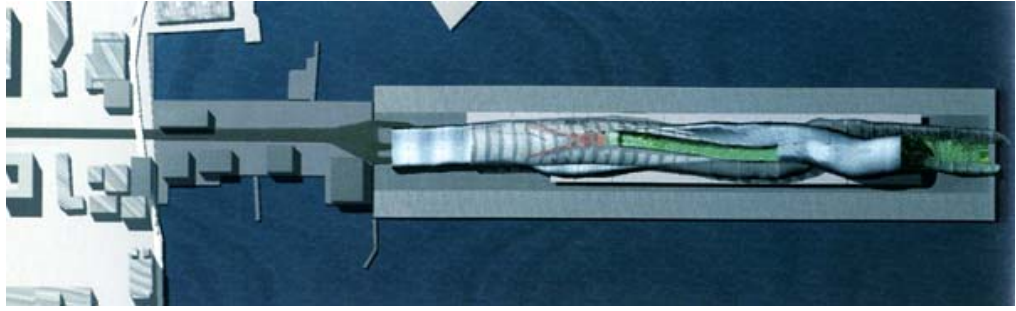


Fig. 21: Vista aérea del modelo. Terminal Portuaria Internacional de Yokohama (Yokohama, Japón, 1994)

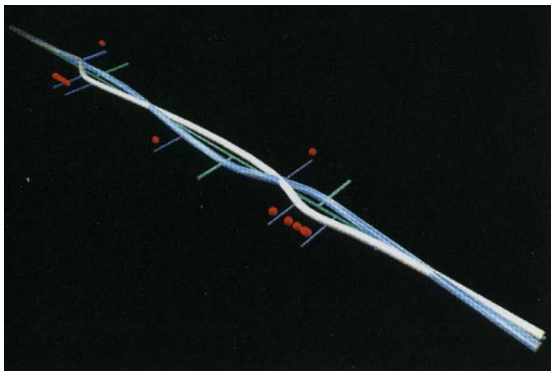
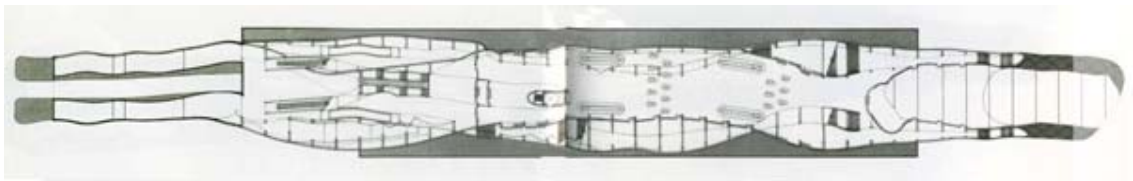


Fig. 22: Planta primera, Renders de las circulaciones internas e inserción del jardín público. Terminal Portuaria Internacional de Yokohama (Yokohama, Japón, 1994)

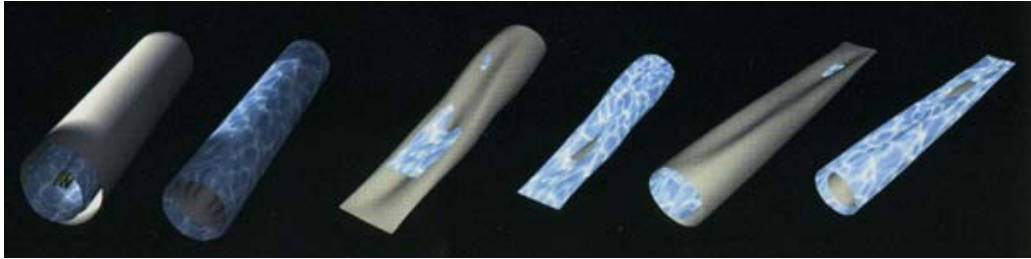


Fig. 23: Tres parejas de tipologías – Azul: Volumen programático – Gris: Espacio exterior.
Terminal Portuaria Internacional de Yokohama (Yokohama, Japón, 1994)



Fig. 24: Modificación de la superficie de la ciudad al mar, Modificación de la superficie de la movilidad de las personas. Terminal Portuaria Internacional de Yokohama (Yokohama, Japón, 1994)

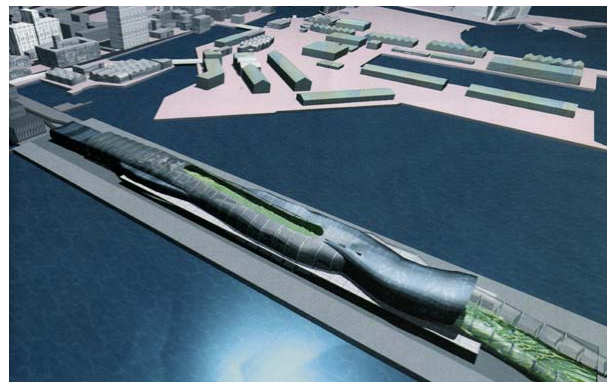
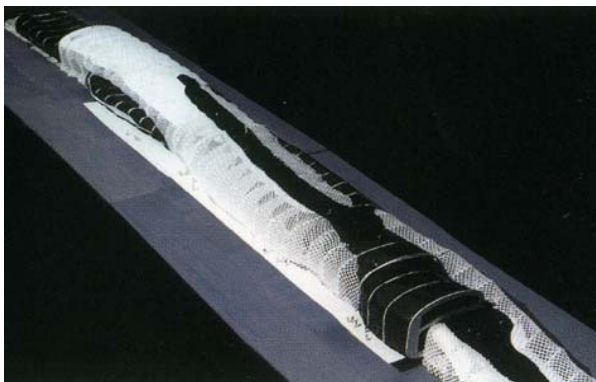


Fig.25: Maqueta para el estudio estructural de las vigas de hormigón. Terminal Portuaria Internacional de Yokohama (Yokohama, Japón, 1994)

8.3 Movimiento de Superficies

La Ópera Nacional de Gales (Cardiff, Gales, 1994) se sitúa en el interior del puerto de la bahía de Cardiff. Históricamente, esta línea de costa presenta diversas escalas de intervención ya que ha sido generadora de crecimiento y desarrollo urbano para la ciudad. La bahía de Cardiff y sus muelles constituyen un sistema urbano que crece a través de la línea de costa (Fig. 26).

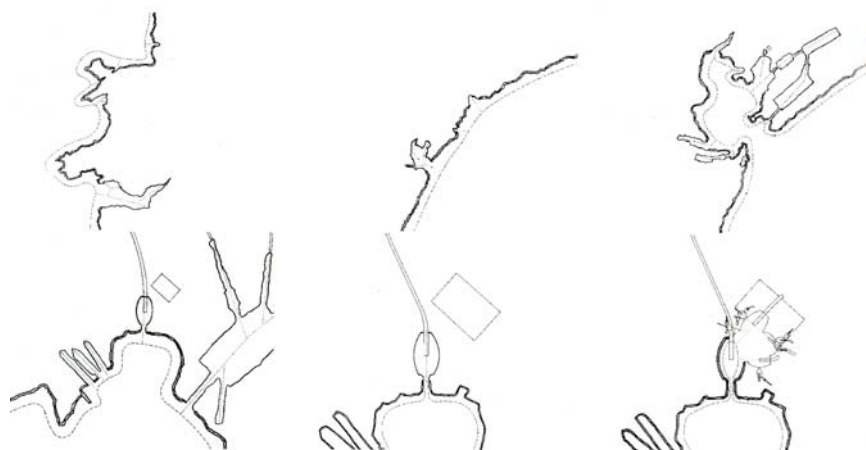


Fig. 26: Estudio escalar de la línea de costa, Bahía de Cardiff

Lynn propone trabajar sobre el frente marítimo como precepto para trabajar un límite urbano que ha crecido de forma continua con la historia del lugar y la costa de Cardiff. Los espacios industriales de la línea de costa se están transformando desde hace unos años como tendencia para reconvertir estas fronteras, producto de un comercio pasado. Para este proyecto, Greg Lynn propone abrir la relación con el agua mediante el recuerdo de su condición histórica e industrial en el pasado. *“El espacio arquitectónico es definido por la exclusión del movimiento en el tiempo a través de una reducción iterativa. [...] El concepto dinámico de arquitectura, sin embargo, asume que en cualquier forma hay inflexiones que dirigen el movimiento,*

provocan e influncian las fuerzas a moverse a través, sobre, debajo y alrededor de las superficies."² El proyecto emplea una concavidad hueca, no como monumento de una era pasada, sino como generador de un espacio público de la nueva línea de costa y como el punto de partida para la nueva institución cultural. La superficie oval se convierte en el elemento, fuera del cual la Ópera de Cardiff emerge, presentándose como una interfaz entre la tierra y el agua. Lynn aprovecha esta conexión y realiza un nuevo espacio público bajo el cual fluir. El volumen se inclina hacia tres espacios históricamente representados. Debido a su composición espacial, el centro dispone de espacios públicos y un aparcamiento para 600 vehículos, independientes ambos del uso de la instalación. La intención de Greg Lynn es constituir un gran espacio público que albergue un importante número de población continua y no reservar el espacio exclusivamente para la ópera. La disposición de sus rampas permite utilizarlas para ampliar su superficie cuando fuese necesario.

En su condición de límite, parece pretender difuminar su concepción, a través de sus constantes intenciones por interactuar con el medio que lo envuelve, tanto urbano como marino. Esta actitud hacia la ciudad promueve crear espacios, como la plaza oval, dirigidos hacia el público, más allá de los límites de la Ópera.

La sección del proyecto se configura mediante el uso de tres ordenaciones espaciales: la configuración en planos de los muros, los volúmenes que se ramifican y una membrana extensible ligera. El uso de tres sistemas permite el aislamiento estructural y acústico de los distintos volúmenes (Fig. 27). Los espacios reservados para el ensayo y el funcionamiento de la Ópera se consideran como un volumen independiente, por ello cuentan con una estructura exenta para aislarlos de la vibración y del ruido externo. Es decir, el potencial de generar ruido disminuye mediante la separación de los sistemas estructurales y de su capacidad de aislar la vibración.

² LYNN, Greg, *Animate Form*, Nueva York: Princenton Architectural Press, 1999, pag. 130.

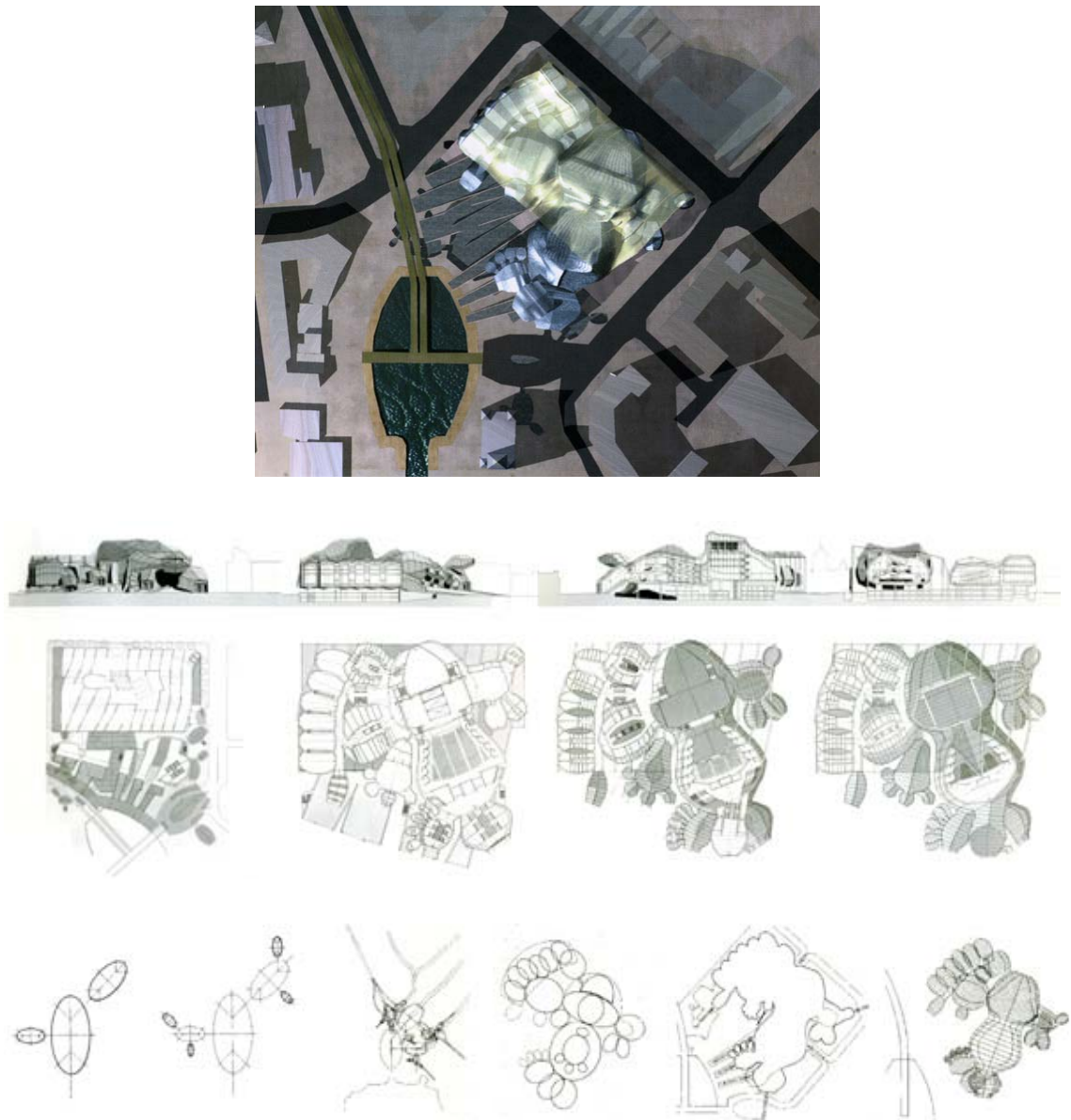


Fig. 27: Vista aérea del modelo. Desarrollo del proyecto por plantas y secciones, Configuración morfológica de la planta, Bahía de Cardiff, Gales, 1994.

El proyecto se estructura a través de dos sistemas: la estructura de planos de los muros portantes y un sistema a base de vigas a modo de costillas que configuran la estructura. La inspiración para estos dos sistemas y su relación al lugar surge de los muelles *graving* en Cardiff. Estas paredes actúan como ayudas laterales de los lugares sobre los cuales, en los muelles *graving* de Cardiff, se construían los barcos.

Estas paredes de hormigón armado determinan una altura de 32 metros. Su principal virtud es la flexibilidad que ofrecen, ya que podrían cargar en cualquier punto de su desarrollo, al estar planteadas como un elemento de carga continuo. Posteriormente, estos sistemas se cubren mediante una membrana ligera y extensible que configura una cubierta ambientalmente permeable sobre el área construida, que deja una luz difusa cambiante a lo largo del día. Los volúmenes vuelan sobre los muros, esbozando una analogía con el casco de un barco que ocupará temporalmente los muelles *graving* de Cardiff, antes de volver al mar. La estructura también se configura mediante otra correspondencia con la estructura de los barcos que, mediante una serie de costillas paralelas, se atan juntas a lo largo de vigas, a modo de correas, y de una quilla.

La translucidez del edificio se transforma en oscuridad cuando la piel se convierte en un intenso brillo superficial, provocado por la luz, durante la tarde y la noche, transformando así la imagen urbana. A través del desarrollo de un nuevo urbanismo para el entorno, este proyecto participa, sin nostalgia, de la historia del lugar y de la herencia industrial de la línea de costa de Cardiff. La Ópera participa en este desarrollo urbano, ya que se constituye como una institución cívica al servicio público (Fig. 28).

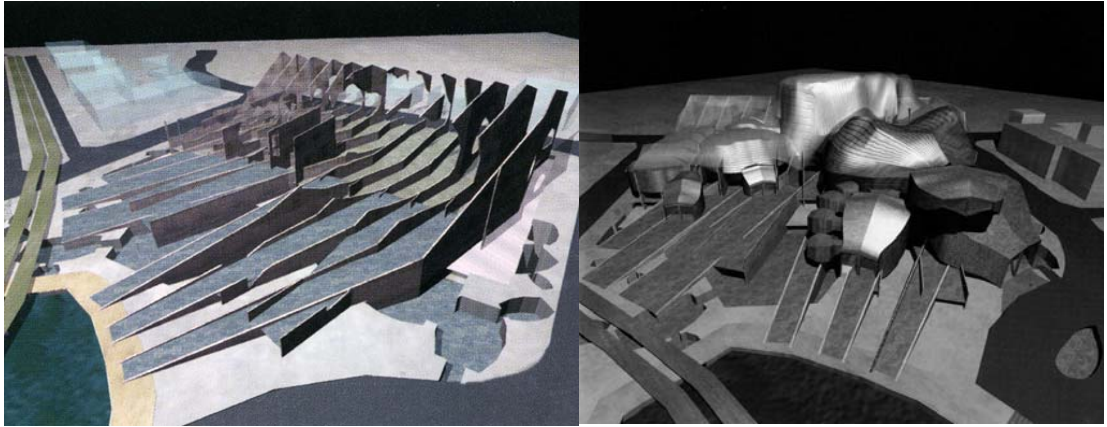


Fig. 28: Render –Estereolitografía del proyecto y esquema de la configuración estructural. Bahía de Cardiff, Gales, 1994

8.4 Las fuerzas de animación

Lynn rechaza la idea de relegar la visualización digital al universo de lo irreal. Este estado reside fundamentalmente en el condicionamiento que imponen las limitaciones del dibujo bidimensional sobre la concepción tradicional de coordenadas cartesianas del espacio tridimensional. A través de una fresadora comercial instalada como herramienta fundamental del equipo de trabajo, en su despacho, desarrollan el potencial de la estereolitografía para mostrar las formas digitales en maquetas físicas. La integración de la visualización digital, la producción de los objetos físicos y el espacio arquitectónico han generado un flujo continuo de ideas entre el arquitecto, el espacio de su cliente y los medios para crear ese espacio.

Conceptualmente, el proyecto se genera a partir de la obtención de datos del lugar: planimetría, topografía, normativa, etc. Posteriormente, esta información se traduce en función de parámetros de proyecto para ser introducidos en el ordenador. Éste procesa los datos matemáticamente de acuerdo a unas variables previamente establecidas. Tras el proceso de la información, Lynn obtiene los materiales y recursos con los que trabajar y dar respuesta formal a una solución arquitectónica. El ordenador se convierte en traductor gráfico de la investigación, no genera un resultado en forma de estadística o nuevo dato sino de un modo visual. La solución formal del proyecto se concibe a partir de la animación en un espacio-tiempo de las formas, superficies generadas previamente. Según palabras de Greg Lynn mismo, *“la Embryological House se puede describir como una estrategia para la invención del espacio doméstico que contiene aplicaciones contemporáneas, la identidad y la variación de la marca de fábrica, la resolución de requisitos particulares y la continuidad, la fabricación flexible. [...] La Embryological House emplea un riguroso sistema de límites geométricos que libera una flexibilidad de variaciones sin fin, lo*

*que proporciona una sensibilidad genérica común a la vez que no hay dos casas siempre idénticas.”*³

Como ejemplo de esta evolución para finalizar este análisis, Greg Lynn continúa con la investigación iniciada conceptualmente en proyectos como X-Ray Wall System o Softball Project hacia la concepción de la Embryological House (1999). Combinando arquitectura con diseño industrial y de producto, Lynn ha instalado un acercamiento animado a la arquitectura a través de su trabajo de investigación sobre el complejo de viviendas embriológicas.

Usando una máquina de corte regulada mediante control numérico, Greg Lynn ha fabricado 2.048 paneles, cada uno de los cuales es único en forma y tamaño. El edificio futuro no se conformará desde un punto de vista tradicional, donde los elementos estandarizados marcan la modulación. La Embryological House (Fig. 29) plantea una estrategia biológica donde las variaciones en la superficie virtual no tendrán límites. A pesar de esta complejidad, cada variación cuenta con un número constante de paneles que mantendrán una relación permanente respecto a las secciones contiguas.

Así, el volumen se define como una superficie flexible de curvas, que evita las aristas. Este principio marcará el desarrollo de seis prototipos de vivienda, las Houses A/ B/ C/ D/ E/ F.

Para desarrollar el proyecto se comenzó con una investigación sobre las tecnologías del hardware y software que producirían los componentes. Los paneles forman un entramado para poder transmitir cualquier variación topológica a partir de la colocación alternada de los módulos tipo. Éstos forman el mobiliario que, tradicionalmente, se considera separado del espacio que ocupa. El diseño de la Embryological House integra la estructura, el recinto y el entorno doméstico en un

³ LYNN, Greg, *Animate Form*, Nueva York: Princeton Architectural Press, 1999, pag. 150.

sistema simple y flexible. El estudio de estos principios generales suscita otros argumentos a debate sobre la forma. El tratamiento del hueco, la introducción de maquinaria con nuevas tecnologías de corte posibilita mayor flexibilidad en el desarrollo de ésta. Para poder resolver las aberturas, puertas y ventanas, tuvo que adoptarse una estrategia alternativa que pudiera preservar el valor formal de la geometría sin desgarrarla.

La fabricación mediante tecnología de control numérico amplía la posibilidad de flexibilizar una vivienda producida en serie. En los últimos años, Lynn ha estado desarrollando la visión de una vivienda producida y diseñada totalmente por encargo y generada mediante las herramientas que ofrece el diseño por ordenador.

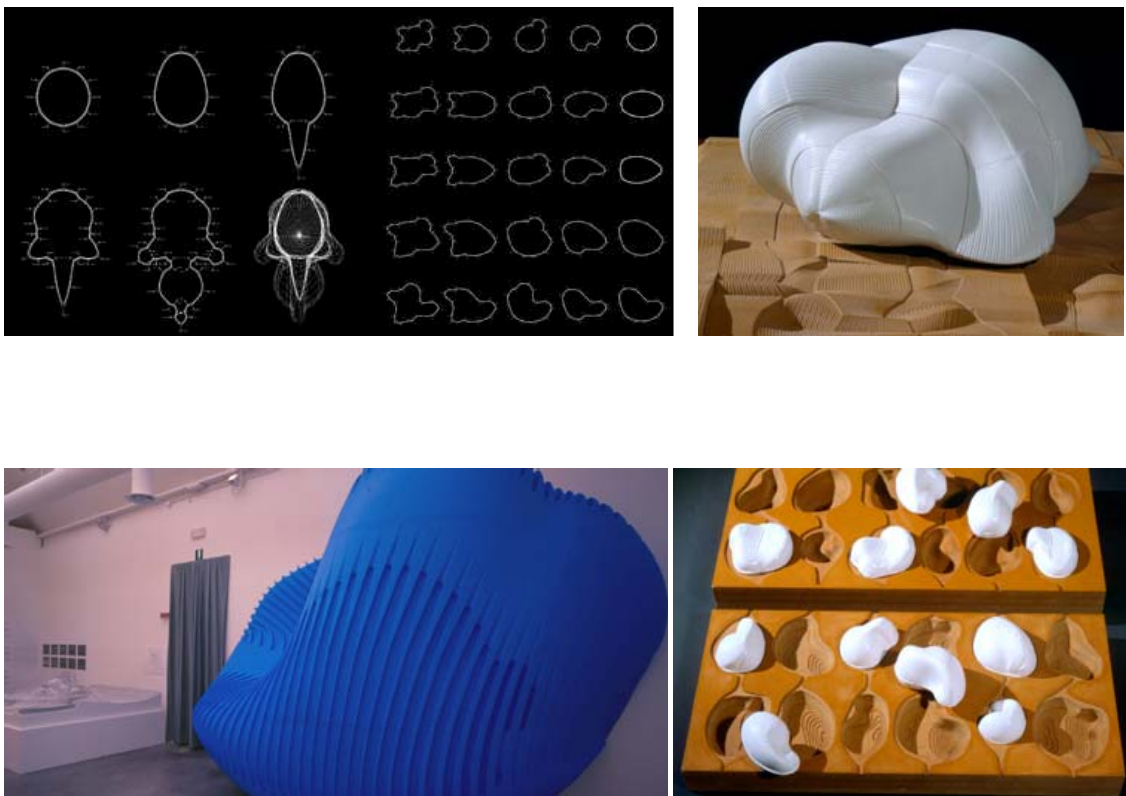


Fig. 29: Estudios previos - Prototipo y Producción en serie de la Embryological House (1999).

PARTE III

CONCLUSIONES

Conclusiones específicas

A lo largo de esta investigación se ha intentado mostrar, a través del análisis de una selección de estudios de arquitectos y de sus proyectos, los distintos niveles en los que la utilización de las nuevas tecnologías (medios) digitales está interviniendo de manera significativa sobre la arquitectura de nuestra época. También el hecho de que esta transformación se da tanto en lo que se refiere a los procesos de diseño y de presentación como en el modo de entender la actividad del arquitecto y la función misma de la arquitectura en un mundo en constante cambio. De este modo, es posible afirmar que la entrada de lo digital en la arquitectura va mucho más allá de un mero uso lógico de herramientas para los dibujos de proyecto, descriptivos o de ejecución. Las distintas maneras de relacionarse con este nuevo campo de experimentación reflejan todo un abanico de modos de trabajo y de posibilidades para comunicar la experiencia de la arquitectura en la era de la información. A partir de ahí, se pueden identificar diferentes posturas, actitudes y aportaciones que permiten vislumbrar afinidades y contrastes con los que ubicar en perspectiva el mapa trazado desde los planteamientos iniciales de esta tesis.

En primer lugar, se puede distinguir entre actitudes arquitectónicas que interpretan las aportaciones de las tecnologías digitales para una experimentación de carácter más expresivo y formal, y otras que ponen el énfasis en lo que éstas producen sobre los comportamientos y los procesos de trabajo.

En lo que procede de ese primer grupo, se sitúa una aportación más instrumental, una investigación de formas y de modos de expresarlas. Según los casos, esa experimentación concede especial atención al tratamiento de imágenes, con los fotomontajes por medio de rendering, a los pixelados aplicados como textura a las fachadas, o a las superficies de los edificios interpretadas como pieles tratadas mediante la tecnología. Ello se puede apreciar en los proyectos realizados por los estudios de Herzog & De Meuron, de Dominique Perrault y de Jean Nouvel, que han sido analizados en los primeros capítulos de la tesis. En estos casos, los medios

digitales se utilizan desde un punto de vista fundamentalmente representacional, y se perciben temas similares en relación a una nueva complejidad de formas y combinaciones espaciales.

En el intervalo de esta evolución es fundamental la aportación de Frank Ghery. En su estudio se han proyectado los edificios que más claramente se han erigido como símbolos de la innovación y la experimentación con nuevas posibilidades del software digital, incorporando procesos importados de otros ámbitos como la industria aeronáutica. Su trabajo revela también una importante faceta de interacción con los medios análogos tradicionales, como el boceto y especialmente la maqueta de estudio. Como mecanismos complementarios con un intenso desarrollo digital que alcanza hasta la construcción.

Siguiendo esta línea evolutiva del mapa, se llega a poder distinguir otro grupo, que en la tesis se traza a partir del trabajo de los estudios de FOA (Foreign Office Architects), NOX y Greg Lynn, preocupados en los cambios que las nuevas tecnologías producen en la renovación de la arquitectura. Explorando nuevos procesos de diseño, recursos instrumentales, conceptos espaciales y formas de edificación. Generando un trabajo experimental, muchas veces inconcluso o parcial, pero abriendo posibilidades innovadoras en la profesión.

A continuación se trazará un resumen sintético de las aportaciones expuestas en cada uno de los capítulos y de los arquitectos analizados.

Herzog y De Meuron insisten en la importancia de iniciar una nueva búsqueda de soluciones creativas e innovadoras en cada proyecto. Mantienen lazos con los movimientos conceptuales contemporáneos del arte, buscando nuevos materiales y nuevas soluciones para elegir una textura y buscar la mejor técnica de aplicarla. La industria, la eficacia y el minimalismo han sido siempre importantes en su proceso creativo, como resultado de una integración entre la simplicidad y la complejidad, el encuentro entre la artificialidad de la tecnología moderna y los esquemas de orden percibidos en los fenómenos de la naturaleza. En los últimos proyectos como los de Santa Cruz de Tenerife, han dado un paso en su programa de lenguaje al incorporar formas ornamentales a partir de analogías paisajísticas obtenidas mediante la manipulación digital de elementos figurativos; así, mientras que en el Museo Oscar Domínguez se perfora el hormigón a partir de la pixelización infográfica de una fotografía de la superficie del mar, en la plaza de España se propone una corteza de terreno, como un manto de lava, transición de un paisaje figurativo a uno artificial por medio de un proceso de pixelización, fragmentación, selección y extrusionado.

El azar infográfico, conscientemente manipulado, produce un nuevo orden geométrico extraído de la naturaleza. En su intensa y fértil evolución, H&DM han pasado de la ornamentación de la caja a la incorporación de mensajes e imágenes multimedia y a la investigación en la construcción de paisajes artificiales mediante procesos abstractos, a la búsqueda de una geometría secreta de la naturaleza, reinventando procesos y mecanismos enunciados anteriormente por grandes maestros como Venturi¹.

¹ En EMILIO TUÑÓN, "Venturi Vigente. Las geometrías ocultas de la memoria", Arquitectura Viva 87, 2002, pag. 29.

Por otra parte, Nouvel pasa de un tratamiento superficial, explorado a través de los mecanismos y volúmenes simples, a una elaboración constructiva de los paramentos y las formas en el paisaje urbano, conformando de este modo con las texturas un suerte de collage que le permite abrir paso a geometrías singulares. Lo que se cristaliza sin duda en la Torre Agbar de Barcelona, como un crucial experimento del espacio funcional de oficinas con un icono para la ciudad, donde la superficie deviene en textura, color -activado por la iluminación- y forma que se funde y marca el horizonte urbano. Muestra un nuevo lenguaje de operaciones proyectuales, basado tanto en la instrumentación digital, como en la conceptualización cultural y la innovación arquitectónica.

En el juego con lo real, lo imaginario y lo simbólico, Nouvel utiliza estos mecanismos para intensificar la emoción producida por los objetos que se exponen y representa mediante renders esta percepción manipulada de los volúmenes y espacios que crea. Involucrándose en la ejecución constructiva de la obra con un despliegue de representaciones técnicas que devienen en recursos expresivos, en exploraciones cromáticas y tectónicas, en creación de nuevas superficies y estructuras. Una multiplicación de dibujos que van consolidando y dispersando a la vez sus conceptos arquitectónicos. Por lo que no es de extrañar que se acompañen prontamente con renders espaciales, interiores difuminados casi surrealistas, que más que explicar la forma de los recintos parecen intentar evocar un espíritu de la época.

Perrault, por el contrario, mantiene una fidelidad a los volúmenes contundentes mientras profundiza la situación de las superficies como interfaces arquitectónicas. Explora la comunicación de distintas situaciones de iluminación y disolución de la forma, que refieren indudablemente al trabajo del arte conceptual y a una muda resistencia frente a la estridente cultura de los medios. De este modo las herramientas digitales asumen un rol más silencioso pero igualmente subversivo, con perspectivas hechas con renders para expresar mejor los efectos de la luz al iluminar o reflejar, las completas con lápiz de manera que se crean diferentes escenas, se

controla la profundidad, las sombras, los detalles, dando mayor o menor importancia a las líneas.

A su vez, desde una perspectiva tecnológica, la oficina de Gehry y asociados (FOG/A) integra una intrigante mezcla de recursos. En un lado del espectro se encuentra una especial persistencia en depender de un intenso proceso de modelación física expresado a través de maquetas de variados grados y escalas de aplicación. En el otro, se ubica el uso del altamente sofisticado sistema digital CATIA procedente de las avanzadas industrias de la industria aeroespacial y de construcción de grandes navíos. Por otra parte, en los documentos de proyecto aparecen vistas bidimensionales, sistema de representación que se considera como “de salida” en el dinámico y evolutivo mundo del CAD. De hecho, apartando aquellos terminales utilizados para las representaciones tridimensionales de CATIA, el hardware de la oficina de Gehry pertenece a una tecnología digital de exigencias tecnológicas estándar.

Aun cuando, a través de los años, el uso de la tecnología digital no parece haber evidenciado transformaciones significativas en la oficina de Gehry, dicha tecnología en sí ha evolucionado significativamente, particularmente en lo concerniente a un incremento en el grado de interacción que hace las tareas diarias menos onerosas y mucho más gratas. Además, las últimas versiones del software que opera el CATIA presentan una máquina paramétrica mejorada y mejores capacidades de visualización. De modo similar el proceso de modelación física imperante en la oficina se ha visto beneficiado por avances en las técnicas del área identificada como prototipos rápidos (Rapid Prototyping), tales como cortes ejecutados mediante laser e impresión 3D. Y, sin embargo, la cantidad de nuevo esfuerzo exigido por estas mejoras en el proceso de modelación de la oficina no se ha visto afectado significativamente.

El mayor erario de FOG/A en estos momentos, complementando la calidad y experiencia del personal que la integra, reside en el disponer de un flujo de trabajo

controlable y continuo que les permite avalar, al final de una obra, las predicciones económicas, tecnológicas y de producción formadas al inicio de su proyecto. Y sus dirigentes están dispuestos a aceptar hasta algunas ineficiencias en el proceso y herramientas que utilizan para tal fin. La tecnología es un factor crítico para FOG/A pero, al mismo tiempo, sus diseñadores se encuentran lejos de estar apabullados por su influencia y mantienen un claro curso de acción favorable al prestigio, los objetivos y los intereses profesionales de la empresa.

Foreign Office Architects (FOA), aunque sólo lleva diez años en el medio profesional, en su trabajo presenta una evolución significativa en cuanto a forma de representar. Bien sea por las exigencias comerciales o por los nuevos programas de animación gráfica, su proceso de representación arquitectónica ha logrado cambios importantes sobre todo en los últimos años. La experiencia adquirida con el proyecto para el puerto de Yokohama, ha conducido hacia una clarificación del mensaje gráfico. Eso ha posibilitado que el proyecto sea más inteligible por medio de vistas interiores más elaboradas, por la eficacia de la ambientación de las plantas y alzados y por el uso de fotomontajes y vistas isométricas. Utilizando especialmente secciones múltiples, que refieren a la construcción naviera, pero también a las posibilidades de multiplicación digital.

La arquitectura generada ha llevado a FOA a la evolución del proceso de proyectar. En los últimos años, el grupo ha impulsado una actitud propia y de una serie de recursos técnicos para su aplicación. Su pensamiento arquitectónico y su forma de representación se encuentran vinculados en el proceso de diseño. El resultado está transformado y tratado para que los objetivos propuestos sean más fácilmente entendibles. En sus últimos proyectos para Sevilla, la Zona Cero o el Forum de Barcelona echan mano a recursos gráficos mas precisos pero igualmente poderosos y novedosos. Las operaciones de dibujo basados en algoritmos como posibilidades de diseño, y, por extensión, de concepción del objeto arquitectónico se convirtieron en una realidad especialmente en el trabajo de FOA. ¿Será el camino de la representación algorítmica o la modelación tridimensional el desarrollo del boceto

digital? Existe una importante tendencia en favor de su utilización, puesto que a través de la representación digital muchas cosas de difícil expresión por medios convencionales ahora resultan mucho más fáciles de explorar.

En las últimas décadas surgieron nuevas actitudes ante el dibujo así como un variado instrumental técnico para la aplicación en el proceso de creación arquitectónica. Asimismo, desde los trazados y bocetos manuales que se utilizan en la arquitectura hasta los diagramas, algoritmos de distribución y gráficos de forma digital, hay cada vez más alternativas en los modos de representación a la hora de tratar la información arquitectónica. “Si hubiera que establecer una cierta dirección en nuestra búsqueda arquitectónica, quizá se podría decir que estamos interesados en la complejidad, en incorporar más y más cosas en una organización, que sea más consistente que fragmentada”².

NOX, entretanto, no está en contra del programa, pero sí tiene sus objeciones al respecto. Para NOX, el programa arquitectónico es una lista de funciones quizás demasiado simple y pasiva. Pero ellos reconocen que es un modo de ordenar una serie de elementos y poder seguir adelante en el proyecto. Es obvio que las personas necesitamos un cierto grado de repetición mecánica, porque esto implica menos energía y evita el caos. De todos modos, NOX insiste en que el ser humano no es un archivo ni una máquina, y que los actos que lleva a cabo, a menudo distan mucho de ser racionales, ya que la mente es plástica y moldeable. Entonces, la arquitectura también debe dejar espacio a la espontaneidad y lo imprevisto. Las nuevas tecnologías permiten precisamente esto: dejar el proyecto abierto e, incluso, personalizarlo al máximo según un usuario determinado en un momento determinado.

El ordenador puede incorporar el movimiento porque es capaz de procesar millones de datos en sólo unos segundos. Si los usuarios de la arquitectura son personas y

² En CRISTINA DÍAZ MORENO Y EFRÉN GARCÍA GRINDA, “Complejidad y consistencia. Una conversación con Farshid y Alejandro”, El Croquis 115-116 [I], 2003

las personas se mueven aleatoriamente, la arquitectura debe permitir esta vaguedad. Si los movimientos de las personas son suaves, oblicuos, indeterminados, la arquitectura debe incorporar también un cierto grado de suavidad, de oblicuidad, de indeterminación. Pero en NOX siempre insisten que ellos se encuentran en un “in-between”, un entremedio entre la rigidez absoluta y la ambigüedad absoluta, ya que reconocen que la arquitectura debe construirse, y entonces debe volverse un poco rígida y sólida.

En su trabajo en los proyectos, en NOX pueden partir de una trama para poder aportar un poco de orden a los datos iniciales recibidos. Pero ellos hablan de ‘trama húmeda’, como hemos visto antes, en esta voluntad de situarse in-between, de tener en cuenta ambas realidades: trama para proporcionar un cierto orden y húmeda para que este orden no acabe siendo rígido e inhibidor sino activo y potenciador de nuevas situaciones.

Utilizando otra de sus metáforas, esta vez tomada de Deleuze, para explicar cómo el resultado arquitectónico final de sus proyectos pasa por muchos estadios que se retroalimentan y que no siempre son del todo racionales: es como hacer una espada. Una espada no se corta de un trozo de metal. Una espada proviene de calentar un trozo de metal, fundirlo, moldearlo, y esto puede que ocurra varias veces, y se tiene que hacer con cariño, con mano sabia, y al final debe enfriarse súbitamente para que el metal sea más cortante. El proceso de fabricación requiere el movimiento.

El inmenso valor de la arquitectura de NOX es, a mi entender, la atención que presta a las personas que usan o disfrutan de sus obras. Esta atención se muestra tanto en la capacidad de interacción de los edificios con el movimiento de las personas como en las formas fluidas y acogedoras que caracterizan su trabajo. Si el proceder de los individuos no es recto ni unidireccional ni constante, *¿por qué las paredes tienen que ser verticales y los edificios, permanentes?* NOX, con su capacidad creativa y con el brillante manejo de los sistemas digitales, ofrece una nueva visión de la arquitectura, más alejada de lo que estamos acostumbrados a ver, pero más próxima a las

necesidades y deseos de la gente. Muchos son los estudios de arquitectura en todo el mundo que, siguiendo los pasos del trabajo pionero de NOX en Europa, desarrollan ya nuevas relaciones entre los edificios y sus usuarios a través de la tecnologías de la información y la comunicación.

Ya en el caso de Greg Lynn se recurre a una secuencia, del fotograma al vídeo, para representar tanto el resultado formal del espacio como todas las secuencias que han sufrido las superficies y otros elementos compositivos sometidos a esas fuerzas de tensión. Esto permite al observador entender el proceso de generación de la forma y entender su mecanismo de resolución.

La mutación como mecanismo formal de los objetos sugiere en Greg Lynn un método de trabajo en el que las trayectorias evolutivas pueden conceptualizarse para injertarlas en el proyecto. Esta evolución no se realiza desde un punto de vista topológico, pretende transformar la forma primaria en algo completamente diferente a la forma que la precedió. La topología dependerá de un orden estático y cerrado que esconde un conjunto de variaciones continuas. A través de la programación por control numérico propone un modelo “abierto a múltiples tipos numéricamente controlables, mutable y diferencial” en lugar de un prototipo abstracto e ideal.

El trabajo de Lynn está basado en el cálculo diferencial desarrollando una práctica eminentemente matemática que se aleja de consideraciones expresionistas o escultóricas. La trayectoria, los campos de moción, los flujos y el conjunto de fuerzas modeladas virtualmente determinan topológicamente sus superficies. Estas estrategias de formalización se desarrollan a partir de herramientas informáticas. El problema radica en que, en ocasiones, éstas dependen más de las capacidades de transformación de los comandos operacionales del software de modelado que de la intuición del arquitecto.

En el ejercicio formal ha podido establecer unos métodos de modelado, apariencia de la superficie y singularidades propias de proyecto, que le proporcionan una clasificación para sus formas. Las herramientas para la realización de los dibujos

arquitectónicos son tan importantes como las herramientas para su construcción. En palabras de Lynn, “las técnicas de dibujo son el nexo necesario para la actualización de las estructuras virtuales de la arquitectura. La informática ya ha demostrado ser útil a los arquitectos como herramienta descriptiva y visualizadora, pero su utilización como herramienta conceptual y de organización se resiste debido a la eterna aversión del diseñador por ceder el control del proceso proyectual a un software”.³ Por esta razón, en lugar de un cambio en la tecnología, propone un cambio en los procesos para crear una nueva estabilidad basada en los medios de diseño topológico, evolutivos en el tiempo; donde máquinas más abstractas de estabilidad diferencial conciben estructuras abiertas de movimiento y flujo temporal.

Para Lynn, existen consecuencias formales y visuales totalmente nuevas debidas al uso de técnicas de animación por ordenador que sólo pueden realizarse con un conocimiento técnico del software. Este conocimiento técnico del software de animación comporta nuevas consecuencias formales y visuales en la resolución formal de la estrategia proyectual. Como consecuencia, los volúmenes a partir de coordenadas cartesianas pasarán a definirse como superficies topológicas de coordenadas de vectores. Igualmente, empiezan a predominar las técnicas de transformación y deformación de las superficies, las cuales están disponibles en un sistema flexible de modelos espacio-temporales, basados en superficies topológicas. Para finalizar, se debe apreciar de este arquitecto paramétrico que sea capaz de proyectar y construir sus formas, no relegando este nuevo concepto de arquitectura hacia el mundo de lo irreal.

³ Ensayo Greg Lynn en *Animate Form*.

En cuanto a las relaciones entre ellos, en los proyectos analizados es notable en primer lugar la variación formal encontrada entre diseños, como los Herzog y de Meuron, y Dominique Perrault, adscritos a volúmenes simples, con las composiciones sinuosas inauguradas por Ghery y explotadas por FOA, Nox y Lynn. Todos ellos, con distintos fundamentos y mecanismo, pero mostrando un amplio repertorio geométrico, que se vincula con la utilización de la herramienta digital en la representación o en la exploración de las formas, que también tiene que ver con la dimensión de los encargos, la situación de las oficinas e incluso la conformación generacional de los arquitectos.

Así mismo los despachos presentados muestran una intensa exhibición de imágenes sugestivas que comunican sus intenciones arquitectónicas, más allá de la representación técnica tradicional, intentando una mayor comunicación con el público y con sus clientes, pero también con su propio equipo de trabajo y para el mismo arquitecto como medio de reflexión, en ese campo difuso en que el medio gráfico es utilizado para expresar una idea formal, pero además alimenta la propia imaginación y decisión de diseño. Estos estudios al abordar proyectos en distintos países con despachos asociados, de modo que toda la interacción comunicativa se extienden geográficamente entre culturas diferentes, las tecnologías de info-comunicación adaptan un sentido proyectual.

Las posturas instrumentales también se diferencian entre los distintos estudios analizados, abarcando desde el tratamiento de imágenes, fotomontajes y perspectivas de Herzog y de Meuron, Perrault y Nouvel, hasta las experimentaciones formales y conceptuales de Nox, Lynn y FOA, revelando en general una polaridad de generaciones y uso de tecnologías, pero también una integración de tradición y vanguardia, que expresa la diversidad de lo digital en arquitectura.

Además se advierte un avance sustancial entre los aspectos representativos, incluso teóricos del proyecto, con la realidad constructiva, en la medida que todos los despachos indagan finalmente en la ejecución de estas obras innovadoras,

planteando la fabricación automatizada en Nox y Lynn, elaboración de paramentos sofisticados por Nouvel y Perrault o la integración de proceso constructivo en Ghery y FOA. Los medios digitales en vez de relegarse a un rol operativo de la formulación proyectual, actúan como motivadores de exploración en toda la secuencia de concreción arquitectónica.

Así mismo, es relevante destacar la difusión pública de estos proyectos un ejemplo es el proyecto para el concurso del Nuevo Centro Pompidou, de Metz, donde participan respectivamente H&deM, NOX, FOA y Perrault. Sin duda los arquitectos están conscientes que sus posturas están relacionadas con una promoción, en que las imágenes de los proyectos juegan un papel fundamental. Se trata de instrumentos y posiciones integradas en la cultura de los medios, y más aun en los circuitos profesionales y de formación arquitectónica, por su relevante exposición pública.

Conclusiones generales

1 - De este modo, se puede constatar, a partir del análisis realizado a lo largo de la investigación, un significativo punto en común para la mayoría de los arquitectos tratados y que a primera vista podría resultar sorprendente. Esto es, que la incorporación de herramientas digitales en sus estudios, en lugar de favorecer una tendencia hacia edificios con formas más frías o mecánicas, ha dado lugar a proyectos con un mayor acercamiento a formas naturales, a estructuras cristalinas con variaciones biomórficas, a un mayor interés por las relaciones de los edificios con el cuerpo humano y sus modos de conducta.

2 - También en lo que respecta a los procesos de trabajo en el interior de los estudios, en lugar de tender hacia relaciones más distantes e impersonales, lo que se ha generado es un incremento de la comunicación entre sus componentes, así como entre el estudio y su exterior: el cliente, los promotores, los técnicos, etc. Ello ha permitido que las ideas que históricamente permanecían en la mente del arquitecto durante el proceso de desarrollo del proyecto, puedan acercarse al máximo a los ojos y las manos de cada uno de los participantes que intervienen en él.

3 - Se puede apreciar que en los diferentes modos de interpretar lo que las tecnologías digitales pueden llegar a aportar a la arquitectura hay un cierto factor generacional. Los arquitectos formados según medios tradicionales y analógicos (como el primer grupo analizado) han podido ver que el surgimiento de lo digital suponía una importante herramienta para llevar a cabo de manera más rápida y precisa sus proyectos, que les permitía una mayor capacidad para generar formas complejas y para expresar gráficamente sus ideas. Ésta suele ser una mirada hacia lo digital de carácter más bien instrumental, a la que una generación de arquitectos más jóvenes ha tratado de mostrar que la principal transformación derivada de la incorporación de lo digital no es sólo así sino también conceptual. Para éstos, la tecnología no es sólo una herramienta sino algo que permite experimentar modos de vida, y consecuentemente han visto la necesidad, en muchos casos, de combinar su

trabajo como arquitectos con reflexiones teóricas que analizan estos aspectos (como se dan en los estudios de FOA, NOX o Lynn).

4- También se debe reconocer la extensión horizontal de los medios digitales, que consiste en avanzar desde las etapas iniciales del proyecto, hacia la ejecución de la obra. Incorporando recursos formales de ideación gráfica por un lado, y de fabricación automatizada por otro, además de la integración del proceso y comunicación de los actores del proyecto se establece una continuidad desde el encargo hasta la realidad física de la obra.

5- Para finalizar, otro aspecto importante que esta investigación ha tratado de sugerir, a partir de las cuestiones que se han recorrido y analizado, es que, las transformaciones que las herramientas digitales aportan a los estudiantes de los departamentos de expresión gráfica de las escuelas de arquitectura no sean únicamente instrumentales. Para muchos arquitectos, lo que se expresa gráficamente en un proyecto no es sólo una previsualización del edificio mediante renders sofisticados. También es un modo de expresar un proceso de trabajo, de intervenir en modos de vida que se han visto afectadas por toda una cultura dominada por la tecnología, y de comunicar una experiencia creativa que pone en juego nuevos retos que les afectan como arquitectos pero, también, como seres humanos que viven y experimentan con la velocidad de los cambios de nuestra época: la época de lo digital.

Consideraciones para futuras investigaciones

Este trabajo se enmarca en la línea de investigación del Departamento EGA-I sobre la relación entre arquitectura, proyecto y representación, estableciendo un análisis particular sobre lo digital en la arquitectura reciente, a través de la revisión de un grupo de arquitectos y proyectos determinados. En este sentido, la tesis puede ser extendida en primer lugar ampliando la muestra de estudio, especialmente con arquitectos y proyectos de condiciones similares a los analizados pero que sugieran estilos de diseño distintos. Como también aplicar un método similar de indagación en arquitectos y proyectos de otras características, como de distinta procedencia geográfica, o de menos connotación publicitaria. Lo que sin duda enriquecería las conclusiones alcanzadas, permitiendo una comprensión más vasta y completa **de lo digital en arquitectura**. De este modo se abre un camino específico de investigación, explorando la incidencia arquitectónica de los medios gráficos en la producción reciente.

Por otro lado, cabe además una aproximación complementaria de estudio, revisando más en profundidad los procesos y herramientas utilizadas. Probablemente, en los mismos despachos y proyectos estudiados sería relevante analizar más detalladamente las formas de aplicación de los sistemas gráficos, vinculados a los diseños realizados y los conceptos involucrados. Esto permitiría, en un conjunto de casos, identificar con mayor precisión no sólo los recursos gráficos, sino su incidencia efectiva en los aspectos estudiados, en cuanto factores representacionales o culturales. En este sentido, se propone como materia de estudio los proyectos contemporáneos como laboratorio de las nuevas tecnologías, al contrario de las aproximaciones pedagógicas usuales que exponen los recursos en general con sus capacidades iniciales sin vincularlas a sus posibilidades arquitectónicas y contando con ejemplos específicos de su aplicación. Se advierte entonces cómo la investigación, lejos de concluir una manera y materia de estudio, principalmente sugiere una aproximación que enriquezca la siempre abierta y experimental actividad arquitectónica.

Glosario de términos técnicos utilizados

ALGORITMO. secuencia finita de operaciones realizables, no ambiguas, cuya ejecución da una solución de un problema. O lo que es más fácil de decir, unas instrucciones para realizar algo. Utilizado en los nuevos procesos de diseño por ordenador para sistematizar operaciones gráficas.

AMBIENTE VIRTUAL. entorno artificial que existe sólo bajo condiciones de virtualidad; es decir, existe en efecto pero no en hecho material. Utilizado especialmente cuando consiste en una representación digital tridimensional con un punto de vista interior en movimiento. En el caso de lo tratado por esta tesis concierne especialmente a aquellos ambientes de referencia arquitectónica.

ANALÓGICO. Condición o dispositivo según el cual los datos son representados mediante magnitudes, continuas, variables, medibles y físicas tales como longitud, ancho, voltaje o presión. En gran medida, la naturaleza opera bajo un comportamiento analógico. Lo contrario de **digital**.

ANIMACIÓN. Efecto de movimiento obtenido a través de una secuencia de “cuadros” con pequeños desplazamientos, expuestos a una velocidad sincronizada, por lo que van conduciendo a un objeto o escena inanimada de una situación a otra, creando así la ilusión de dinamismo. La animación tradicional es preprogramada y, debido a complejidad y tiempo requerido para su elaboración, no se presenta en **tiempo real**. Con la aparición de cada vez más rápidas computadoras es posible alcanzar animaciones realizadas en el momento con un alto grado de interacción.

ARQUITECTURA AVANZADA. A los efectos de la presente tesis este término sirve para identificar aquella arquitectura producida con el apoyo de recursos informáticos digitales que permite conseguir objetos arquitectónicos de progresivo grado de complejidad formal y funcional, imposible de alcanzar por medios convencionales, apoyando el proceso de diseño mediante representaciones gráficas digitales de

naturaleza dinámica e **interactiva** orientadas a facilitar la visualización y la coordinación integrada y continua del proyecto y de la obra a ser producida.

ARQUITECTURA DIGITAL. Conciernen a toda aquella representación de elementos arquitectónicos que ha sido modelada con el apoyo de programas **CAD** o **CAAD** y por **modeladores 3D**, operados mediante el uso de ordenadores.

ARQUITECTURA VIRTUAL. Subconjunto de Arquitectura Digital que concierne específicamente a aquella representación arquitectónica que no posee contraparte física equivalente. Generalmente se utiliza para representar proyectos que nunca llegarán a ser construidos u obras que desaparecieron en el tiempo. El rol más ambicioso de la arquitectura virtual –y probablemente donde parecen conducirnos las tendencias actuales– es aquél que conduce a crear modelos tridimensionales en el que posean la capacidad de brindar un servicio de utilidad en ese mismo medio, tal como han comenzado a hacerlo ya museos virtuales. En su máxima expresión se ubican las denominadas “comunidades virtuales” del futuro donde usuarios puedan compartir mediante el intercambio de comunicaciones y de productos articulados según las reglas de una economía virtual.

ARQUITECTURA HÍBRIDA. Se denomina así a aquélla que está basada en una combinación de lo físico (o material) y lo virtual. Por ejemplo una escuela primaria física que aloje un museo virtual.

ASINCRÓNICO / SINCRÓNICO. Los dos comportamientos básicos de acciones en relación a su simultaneidad en el tiempo, especialmente aplicados en la colaboración a distancia a través de la Internet. En el comportamiento **asincrónico** (como es el caso del correo electrónico) la lectura y análisis de documentos es conducida en tiempo diferido con relación a la persona que lo remitió. Esto implica también actividades de meditación y formulación de juicios o de ideas. En el comportamiento **sincrónico**, el contacto de comunicación o de trabajo entre dos o más personas

actuando a distancia es, para efectos prácticos, casi instantáneo. Tal es el caso del denominado *chat*, y de las videoconferencias. En ciertas situaciones, como los foros, pueden adoptar, según conveniencia, cualquiera de las dos modalidades.

AVATAR. Cuando un usuario de computadoras adopta una personalidad específica en el ciberespacio para cumplir nuevas vivencias y contactar otras personas y situaciones, convirtiéndose de esa forma en participante, es muchas veces aconsejable que adopte una representación gráfica tridimensional simplificada la cual, sin poder representarlo idénticamente (por el inmenso sacrificio de memoria que esto aún implica) pasará a representarlo mientras se mueva en el ámbito virtual. A esta contraparte digital se la denomina **avatar**. Un número considerable de personas, sobre todo en la actividad de juegos y de esparcimiento digital, llegan inclusive a adoptar avatares de formas fantásticas no antropomórficas. Hay todo un justificativo psicológico para estos comportamientos.

BIM (Building Information Modelling). Refiere al último paradigma de soporte informático al proceso de diseño arquitectónico, promoviendo la integración del modelo digital con los planos, especificaciones técnicas, costes e incluso relaciones con proveedores, fabricantes y la ejecución de la obra. Sustentado en programas CAAD que extienden capacidades de representación y comunicación, con bases de datos gráficas y numéricas.

BITMAP imagen gráfica bidimensional basada en **píxeles**, esto es en una trama de puntos con valores gráficos. Se diferencia de la representación de **vector** es su descripción discreta y facilidad de modificación, sin embargo carece de precisión geométrica.

BLOG, WEBLOG O BITÁCORA. La “punta de lanza” de las nuevas formas de comunicación digital está representada por los denominados *blogs* o *weblogs* cuya traducción al castellano más asociativa es la de bitácoras. Se trata de largas “franjas”

de escritos y de gráficos, generalmente iniciadas y mantenidas por una sola persona o “dueño”, las cuales poseen multitud de aplicaciones: cursos, meditaciones, registros de viajes, ideas, etc. Normalmente se invita a participar con comentarios e intercambio de ideas y de conocimientos a otras personas que visiten el sitio, el cual es fácilmente accesible a través de un mecanismo análogo al de los sitios web convencionales.

CAD, CAAD. Siglas adoptadas para abreviar los términos *Computer-Aided Design* (diseño o dibujo asistido por ordenador) y *Computer-Aided Architectural Design* (diseño o dibujo arquitectónico asistido por ordenador)

CIBERESPACIO. Es el espacio virtual que se genera en el medio electrónico conformado por la confluencia de comunicación que se generan entre los millones de usuarios que acceden al ámbito de Internet y calificado como “alucinación consensual” por el escritor William Gibson quien así lo definió por vez primera en su legendaria obra *Neuromancer* (1984).

CIBERVISITANTE. Toda aquella persona que navega por el ámbito tridimensional del ciberespacio con el propósito de conocer visual, acústica o táctilmente personas, objetos o agrupaciones de ambos con propósitos de exploración, visualización y utilización de nuevas potencialidades.

COMPORTAMIENTO. Nos referimos aquí al nivel más alto de actividad autónoma y de reacción que pueden evidenciar objetos o situaciones artificiales, o fines prácticos en el ámbito del ciberespacio. Clasificamos como comportamientos sencillos la reacción ante sensores de tacto o acercamiento, el poder encender/apagar una fuente de luz artificial, o activar un mecanismo de puerta deslizante al acercarse a determinada distancia de ella.

COMUNIDADES VIRTUALES. Caso particular de **mundos virtuales**, donde grupos de cibervisitantes, algunos de orden superior a los 200.000 integrantes, se agrupan para compartir recursos generalmente asociados con recreación y esparcimiento. En la práctica, esas comunidades parecen experimentar una evolución que los lleva de sociedades “incompletas” social, cultural y productivamente a agrupaciones que, incluso en algunos casos, evidencian los inicios de una economía aún rústica apoyada en la producción artesanal y el trueque de bienes. Debe recordarse que aún cuando las comunidades virtuales nacen –y aún se nutren vigorosamente– del área temática de juegos, algunos ejemplos muestran ya evidencias de insospechada evolución. Tal es el caso de Norrath, Second Life y SIMS, por citar algunos ejemplos.

DATASCAPE. Herramienta digital para la explotación de datos y su posterior modelación que permite alcanzar un alto grado de visualización en la modelación de sistemas multivariados y desplegar, de manera eficiente, el modelo predicativo resultante. Esto a su vez conduce a un mayor discernimiento y comprensión del potencial de los datos manejados que permite poner dichos datos a trabajar en forma apropiada.

DESMATERIALIZACIÓN. Conciene a aquella condición que implica la pérdida progresiva por parte de un objeto, situación o institución de responder a una naturaleza material, debido a la delegación de funciones al mundo digital, lo cual afecta a su vez a los aspectos formales inherentes. Entre los casos más notables de desmaterialización arquitectónica se encuentran el correo postal, las instituciones bancarias, los museos y las edificaciones apoyadas por procesos “inteligentes”, entre otros.

DIAGRAMA. Esquema, cuadro o gráfico bidimensional o tridimensional diseñado para demostrar o explicar cómo funciona algo o para clarificar la relación entre las partes de un todo. En el caso de los diagramas digitales es posible incorporar el

dinamismo, la temporalidad y la **interacción** como recursos para enriquecer la capacidad explicativa de los diagramas producidos.

DIGITAL. Inherente a los datos con los que opera un ordenador electrónico, constituidos por un número finito de símbolos básicos discretos, representados y transmitidos mediante flujos de señales electrónicas o electromagnéticas. Lo contrario de **analógico**.

DOMÓTICA. Es la disciplina que estudia la incorporación de grados de “inteligencia” en edificaciones originada por la transferencia de responsabilidades y tareas funcionales del mundo físico al mundo digital a través de equipamiento y de aplicaciones informáticas interconectadas a través de redes electrónicas internas y externas a las edificaciones diseñadas en función de tales atribuciones. Entre las funciones representativas absorbidas por edificaciones “inteligentes” se encuentran las comunicaciones a distancia, control y seguridad de acceso de visitantes, regulación y coordinación de sistemas de aire acondicionado, calefacción, iluminación, protección contra siniestros y vandalismo, por citar algunos ejemplos.

ESCANEADO (SCANNING). Proceso mediante el cual, utilizando periféricos apropiados (el escáner) se transfiere texto y/o gráficos impresos a la memoria de un ordenador para su utilización futura en aplicaciones inherentes al medio digital.

FOTOMONTAJE. Concierno a técnicas de representación gráfica en arte y arquitectura valorizadas a través del uso de medios digitales. En el caso del fotomontaje, la técnica digital admite, por ejemplo, la inserción estática o dinámica de representaciones volumétricas arquitectónicas en el medio físico en que se procederá a su implantación futura, estando dicho medio representado por imágenes fotográficas o cinematográficas.

FRACTAL. Patrón geométrico repetido en escalas progresivamente menores –donde cada repetición es aproximadamente una reproducción de la imagen total– para producir formas y superficies irregulares que no pueden ser representadas por la geometría clásica. Los fractales son generalmente autosimilares (cada sección se parece al todo) y no están subordinados a una escala específica. Son utilizados especialmente en la modelación digital de patrones irregulares y de estructuras en la naturaleza. Definidos en 1975 por el matemático Benoit Mandelbrot.

GLOBALIZACIÓN. En un sentido literal significa un cambio social, una creciente conectividad entre sociedades y sus componentes, debido a la explosiva evolución de las tecnologías del transporte y de la comunicación orientadas a facilitar el intercambio internacional cultural y económico. El término globalización se aplica en varios contextos, sociales, culturales, comerciales y económicos y, como tal, responde a otras tantas interpretaciones específicas, desde la de “aldea global” de Marshall MacLuhan hasta los efectos negativos de las corporaciones multinacionales orientadas a su auto-beneficio. Otra forma de interpretación hace hincapié en la erosión de los estados nacionales y de sus fronteras.

Thomas Friedman, en un artículo publicado en el *New York Times* del 4 de marzo de 2004 identifica tres fases de desarrollo para la globalización:

- a) Entre finales del siglo XIX y finales de la Segunda Guerra Mundial. Originada por el descenso en el precio del transporte.
- b) Entre la década de 1980 y el año 2000. Originada por el descenso en el coste de las telecomunicaciones y el surgimiento del ordenador personal.
- c) La fase vigente promovida por: el uso a gran escala de la fibra óptica a nivel interoceánico; el siempre creciente incremento de amplitud de banda debido a diferentes tecnologías; y la proliferación de computadoras personales a escala mundial.

GRÁFICOS DIGITALES. Conciernen a aquellas representaciones visuales que han sido producidos con el apoyo de la combinación de software-hardware digital, como es el caso de los **CAD, CAAD** y **modeladores 3D**.

GRÁFICOS INTERACTIVOS. Aquel subconjunto de **gráficos digitales** que permite conducir una comunicación interactiva hombre-máquina apoyada en el uso de sensores de tacto, proximidad y acarreo, por ejemplo a través del lenguaje de especificaciones **VRML** (Virtual Reality Modeling Language).

IDEOGRAMA. Simple signo o símbolo gráfico utilizado como componente de un sistema de escritura o una simbología de forma tal que posee un significado acerca de una cosa o idea que va más allá de una letra o palabra dentro de una gama de posibilidades que abarca aspectos tan disímiles como el símbolo comúnmente utilizado para indicar “no fumar” o los caracteres utilizados en la escritura china.

INFOGRAFÍA. Rama de la informática que concierne a la creación de imágenes que tratan de imitar el mundo tridimensional mediante el cálculo del comportamiento de la luz, los volúmenes, la atmósfera, las sombras, las texturas, la cámara, el movimiento, etc.

INMERSIÓN. Uno de los más impresionantes efectos en los mecanismos de percepción humana asistidos por dispositivos periféricos especializados. De esta forma y utilizando un “casco” provisto interiormente de dos pequeñas pantallas de computación coordinadas a través de un programa de aplicación, el ser humano se siente transportado **físicamente** al interior de un mundo virtual que sólo existe en su imaginación. En el caso de la arquitectura es posible ingresar y navegar en una edificación con impresionante realismo y aún experimentar vivencias interactivas y **multisensoriales** que le permitirán escuchar sonidos, levantar objetos –incluyendo sentir la sensación de esfuerzo físico implicada en el proceso–, abrir o cerrar puertas,

encender/apagar luces, observar a otros participantes y departir con ellos, entre otras cosas. Desafortunadamente, aún esperamos el tiempo de la popularización de este importante efecto restringido por razones de coste y de participación colectiva en actividades docentes y a través de Internet.

INTERACCIÓN. Propiedad mediante la cual un sistema de computación responderá directamente a datos y comandos incorporados por el usuario entablándose de esta forma una suerte de “diálogo” productivo. La mayoría de los programas de uso colectivo poseen cuando menos un grado limitado de interacción que se ubica en algún lugar de un espectro que va desde la baja interacción hasta la alta interacción. Entre las aplicaciones que mejor utilización hacen de la alta interacción se encuentran aquéllas correspondientes al ámbito de la denominada **realidad virtual**, apoyada en sensores y efectos altamente sofisticados.

INTERFAZ GRÁFICA USUARIO (GUI). Desde un punto de vista informático, una interfaz puede ser concebida como una frontera a través de la cual dos sistemas independientes pueden comunicarse entre sí. Existen diversos tipos de interfaces informáticas; nos referiremos aquí a la denominada interfaz gráfica usuario (GUI), la cual se sirve de las capacidades gráficas de un ordenador para facilitar el uso del programa gráfico utilizado específicamente por el usuario, liberando a este de las dificultades inherentes al conocimiento y manejo detallado de complejas instrucciones. Para muchos usuarios la disponibilidad de comandos que los ayuden a manejar la interfaz es un recurso de gran utilidad, para lo cual deben haberse familiarizado previamente con las funciones de cada comando a través del estudio del lenguaje de comandos. El uso de comandos manipulados por el usuario intensifica el grado de interacción disponible, permitiendo adicionalmente el traslado de información sobre la superficie de la ventana de trabajo. La llegada gradual de las GUI al mundo del usuario se ha logrado en función del avance de las capacidades de la tecnología de microprocesadores, obstáculo principal existente en razón de los

altos requerimientos de memoria y capacidad de procesamiento y representación exigidos por aquéllas.

MAQUETAS FÍSICAS. Los cambios principales que se han introducido en las últimas décadas con relación a las maquetas físicas conciernen a la factibilidad de poder incorporar dichas maquetas al medio virtual mediante máquinas denominadas escáneres 3D (*scanners 3D*) que permiten interpretar su forma tridimensional y sus colores en forma digital, consiguiendo la reconstrucción virtual del modelo.

Y, al revés, un modelo construido en el medio digital puede ser reconstruido (e incluso a distancia) en el medio físico utilizando técnicas de CAM (*Computer-Aided Manufacture*). Aún cuando constituye un método muy costoso de operar para el arquitecto promedio, se puede ya diseñar en grandes oficinas realimentando información y modelos 3D alternando de lo físico a lo virtual para alcanzar gradualmente el modelo final deseado. Un ejemplo es el estudio de Frank Gehry, con los modelos de estereolitografía.

MEDIA LAB. Mítico laboratorio de experimentación multitemática creado en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) por el arquitecto Nicholas Negroponte en la década de 1980 sobre una base de gran libertad de orientación y operación apoyada en tecnología digital de frontera, con énfasis en el desarrollo de software y el estudio y empleo de periféricos especiales. El Media Lab, con sus productos novedosos, sus descubrimientos y la capacidad creativa y de trabajo del equipo humano que lo conforma, ha sido abanderado de demostrar al mundo la importancia del surgimiento de aplicaciones prácticas que pueden llegar a derivar de la investigación libre.

MODELO DIGITAL 3D (o computarizado). Representación 3D de escenarios y/o objetos apoyándose en el uso de modeladores 3D: los modelos digitales, a diferencia de los físicos, pueden ser visitados por **ciberusuarios** desplazándose en derredor o dentro de ellos en tiempo real. También a diferencia de los modelos (maquetas) físicos, una vez construidos no están sujetos a una escala determinada salvo por

conveniencia. Esto se debe a que el ciberusuario, a su vez, puede cambiar de escala (cosa que no puede hacer en el universo físico al cual pertenece). Por esta misma razón, un modelo digital de edificación virtual puede operar bien en forma de maqueta de la edificación o bien como la misma edificación virtual propiamente dicha.

MULTIMEDIOS, MULTIMEDIAL. Se entiende por **multimedios** el área que concierne al uso de ordenadores para la representación de texto, gráficos, vídeo, animación y sonido en una forma integrada. Aclamados durante mucho tiempo como una nueva revolución en el mundo de la computación, las aplicaciones basadas en **multimedios** sólo comenzaron a popularizarse a partir de la segunda mitad de los años 1990 en razón del muy elevado coste de los equipos destinados a tal fin. No obstante, gracias al incremento de su desempeño y el decrecimiento de precios, hoy día los multimedios son ya lugar común. Y casi todos los PC son capaces de mostrar vídeo aún cuando la resolución disponible depende del poder del adaptador de vídeo del ordenador y de su CPU. El término multimedia, entre los hispanoparlantes, ha venido reemplazando a otras versiones menos felices y cargadas de significados ambiguos entre los que destacan **multimédicos** y **multimediáticos**.

MULTISENSORIALIDAD. Capacidad de la interfaz gráfica (GUI) de permitir al usuario interactuar digitalmente con una escena u objeto en función de otros sentidos además del de la vista; abarcando hasta el momento el **oído** y el **tacto** y experimentándose activamente para incorporar también, dentro de un futuro previsible, al sentido del olfato.

MUNDOS VIRTUALES. Denominados así en razón al dominio pleno inicial que su diseñador posee sobre las características, personajes y situaciones que integran a los modelos digitales concebidos y contruidos. En arquitectura esto implica, entre otras cosas, la definición de contextos y entornos inexistentes, condiciones climáticas

y ambientales y grados de observancia de comportamiento del espacio-tiempo y de la ley de la gravedad, entre otras.

MUTACIÓN. Proceso debido al cual ocurre un repentino cambio estructural en un objeto, lo que trae como consecuencia la creación de un nuevo carácter o rasgo que no existía en el objeto original.

NO-LUGAR. Un número de estudiosos y de críticos de la utilización arquitectónica del ciberespacio esgrimen como argumento la ausencia de entornos naturales en los cuales poder insertar las obras de arquitectura virtual y la consecuente negación del concepto de lugar que constituye uno de los rasgos más atesorados dentro de las actuales concepciones de la arquitectura. En tal motivo se asocia a la arquitectura virtual con el concepto del no-lugar asignado por Levy a aquellas edificaciones físicas que por la transitoriedad de su ocupación por visitantes y para facilitar la rápida adaptación de viajeros en aeropuertos de cualquier lugar del mundo han minimizado la asociación del diseño de interiores con las características del medio circundante. Pese a pros y contras, el tema continua siendo de candente actualidad.

NTIC. Siglas adoptadas para el término Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, lo que concierne, esencialmente, al área de la informática digital aplicada a la educación a distancia.

NURBS (*Non-Uniform Rational B-Splines*). Concierno a herramientas estandarizadas de software para la representación y diseño de formas geométricas (curvas, superficies y sólidos) de alto grado de complejidad matemática, desde sólidos platónicos como los conos hasta carrocerías de automóviles. Casi todas las herramientas de CAD/CAM soportan NURBS.

ORDENADOR. Término que reemplaza, en España y Francia, al anglicismo “computador”.

PATRÓN. Conjunto de resultados parciales que ponen de manifiesto, sistemáticamente, rasgos de comportamiento asociados con una determinada situación, ente u objeto.

PERCEPCIÓN, SENSACIÓN. Componentes del proceso sensorial mediante los cuales el ser humano **percibe** inicialmente las imágenes del mundo exterior y las envía al sistema nervioso central de su organismo, el cual regresa mensajes que se traducen en **sensaciones**, las cuales generan reacciones en el organismo humano. Siguiendo este proceso, el ordenador, apoyado en software apropiado, genera a través de su pantalla secuencias de imágenes virtuales de escenas y de objetos digitales que estimulan la atención del observador y le conducen a transmitir lo percibido al sistema central de su organismo, el cual genera, en retorno, sensaciones y reacciones que ayudan a construir la ilusión de **realidad** en la mente del observador. Este mismo principio es aplicable, lógicamente al cine y a la televisión, con la diferencia de que ellos no poseen capacidad interactiva, aún cuando en este caso el espectador puede estar consciente desde un inicio de que lo presenciado no existe aún cuando su mente se ampare en el denominado “juicio diferido”.

PÍXEL. División mínima que se puede alcanzar en el mundo gráfico digital bidimensional. Un píxel equivale a un punto de luz en la superficie de un monitor (o de un papel impreso) y oscila entre el valor "uno" que significa punto encendido y el valor "cero" que significa punto apagado.

PLIEGUE ESPACIAL. Hablamos de pliegues, despliegues y repliegues como posibles trayectorias dinámicas. Trayectorias a-escalares entre estructuras y organizaciones, entre dispositivos y ciudades, entre escenarios y proyectos, referidas a geometrías evolutivas (formaciones rizomáticas, despuntes y estirones, arracimamientos, entramados y enroscamientos, fluctuaciones, revesas y quiebros). Geometrías abiertas (de orden, a menudo sensiblemente fractal) en las que

globalidad y fragmento responderían a parámetros abiertos de auto-similitud entre decisión –o lógica– diagramática y desarrollo evolutivo, destinados a generar configuraciones complejas a partir de códigos iniciales elementales.

PROTOTIPOS RAPIDOS (Rapid Prototyping) ejecución de modelos sólidos a partir de representaciones digitales utilizando técnicas de manufactura automatizada, como corte, fresadoras o impresiones térmicas, que permiten obtener reproducciones rápidas de los diseños trabajados en ordenador.

REAL, MATERIAL, VIRTUAL, IMAGINARIO. Es importante aclarar las diferencias entre estos cuatro conceptos: Lo real es afín a lo material (o físico) porque describe cualquier cosa que existe, pero no es necesariamente observable ni necesariamente tangible, aspectos que sí caracterizan a lo material. Por ejemplo, una llamada telefónica es real (dado que tiene existencia) pero no es material (porque no es observable ni tangible). Por su parte, lo físico es análogo a lo material y a lo tangible y los tres términos pueden ser utilizados indiscriminadamente. Por otra parte, lo virtual es una condición de algo que posee una existencia aparente pero no real, que es potencialmente, pero no en la realidad. Por ejemplo, el contenido de una película o de una animación por computadora. La arquitectura virtual es fruto de la ilusión de algo material, sólido, físico, pero en realidad se trata de una ilusión generada mediante una combinación de hardware/software que puede engañar a los sentidos de vista, oído y tacto haciendo que lo percibido produzca reacciones equívocas en el ser humano que lo conduzcan a confundir lo virtual con lo real. Finalmente, lo imaginario es algo que sólo existe en la mente (y que no proviene de ilusiones creadas por estímulos exteriores y artificiales como lo virtual), aún cuando puede crear en el ser humano sensaciones y recuerdos extremadamente vívidos, como es el caso de los sueños.

REALIDAD VIRTUAL. Ambiente artificial creado mediante recursos de hardware y software de computación presentado al usuario en forma tal que luce y se siente

como un ambiente natural. Para “entrar” en un ambiente de realidad virtual un usuario debe recurrir a guantes especiales, audífonos y gafas (o casco con dos minipantallas de computación incorporadas) todos los cuales reciben sus estímulos a partir del sistema operativo del sistema. De esta forma, al menos tres (vista, oído, tacto) de los cinco sentidos estarán controlados por la computadora. Además de suministrar estímulos sensoriales al usuario, los dispositivos también monitorean las acciones del usuario (por ejemplo el movimiento de sus ojos) y realimentan nuevas señales como respuesta. El coste excesivo de los sistemas inmersivos y su imposibilidad para ser utilizados ampliamente como recurso docente, han motivado el surgimiento de opciones que sacrifican la **inmersión** anteriormente descrita, para reducir costes y servirse de los beneficios vía Internet de la **interacción** y de la **multisensorialidad** utilizando lo que se ha dado en llamar **realidad virtual no inmersiva**. Hoy día esta popular opción lidera el camino hacia una futura versión completa de la realidad virtual.

REDES. Un sistema de ordenadores interconectado por vía telefónica/satélite con el propósito de comunicar y de compartir información.

RE-INFORMACIÓN. Volver a formar algo utilizando la información como materia prima fundamental. En una ciudad que no puede (ni debe) crecer físicamente hacia el exterior, hay que conseguir, al igual que ocurre con los chips informáticos, "hacer más cosas en el mismo espacio", con el fin de que su economía progrese. Para ello hay que analizar con múltiples parámetros la información que la ciudad emite y proyectar métodos para aumentar su complejidad sin que aumente su "cantidad" de caos. La re-información urbana propone invertir esfuerzos en conocer de forma precisa, y en tiempo real, la información social, ambiental, física, funcional, económica y cultural de una ciudad con el fin de incidir sobre ella. El territorio urbano que se debe re-informar debería ser analizado con el fin, tanto de incidir en los edificios ya existentes y condicionar los de nueva planta, como de impulsar la construcción de un nuevo espacio público. Re-información de los edificios.

SIMULACIÓN. Representación de la operación o aspectos de un proceso o sistema mediante el uso de otro, lo cual persigue, a través de la imitación, explotar la representación de una situación potencial o de una comprobación de naturaleza experimental.

SONIDO ESPACIAL. El sonido digital espacial, a diferencia del sonido digital de fuente y procedencia indefinida, procede de una fuente identificada dentro de un ambiente triidimensionla, la cual puede desplazarse o bien adaptarse, a través de la ilusión de acercamiento o alejamiento, al desplazamiento de **cibervisitantes** regulando automáticamente su intensidad a la situación dinámica específica confrontada.

TIEMPO REAL. Concierno a eventos físicos simulados por el ordenador casi a la misma velocidad en que ellos ocurrirían en la vida real. En animación gráfica, por ejemplo, un programa en tiempo real mostraría objetos desplazándose en la superficie de la pantalla del ordenador con una velocidad similar con la que ellos se desplazarían en el mundo físico.

TOPOLOGÍA. Definida popularmente como la “ciencia de las figuras de goma”, la topología posee propiedades de especial interés para la experimentación digital en arquitectura, dado que conciernen a aquellas características de los cuerpos que no se pierden debido a la deformación continua de los mismos. Es decir, hace caso omiso de las propiedades geométricas dimensionales de la forma estableciendo tipologías que sólo pueden ser diferenciadas por la introducción de fenómenos atípicos tales como agujeros.

TRANSPARENCIA. Tendencia actual identificada tanto en las edificaciones como en la representación de los proyectos que a ellas conducen, de origen aún especulativo,

que pareciera buscar establecer un puente de acercamiento entre el ámbito virtual y lo físico.

VIRTUALIDAD. “Condición de creación, simulación o conducción mediante un ordenador o red de ordenadores”. Otra acepción desligada de compromiso tecnológico dice: “Existiendo en esencia o efecto, aún cuando no actualmente en hecho”.

VECTOR representación gráfica basada en descripciones geométricas, que poseen medidas absolutas basadas en un sistema cartesiano y por tanto pueden reproducirse a distintas escalas y definir figuras operables. Es la representación fundamental de los programas CAD y modeladores 3D.

VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) Conjunto de especificaciones agrupadas a modo de lenguaje cuya utilización conduce a la producción de un número de efectos interactivos que facilitan la navegación, manipulación y visualización de mundos virtuales ubicados en Internet, y de los objetos y escenarios que ellos contienen en lo que se ha dado a denominar “realidad virtual no inmersiva” debido a que, a expensas de sacrificar la **inmersión**, se obtiene a cambio la potencialidad de crear mundos **interactivos** y **multisensoriales** sin depender de cascos, guantes, plataformas y otros equipos periféricos de relativo alto coste. Otros de los beneficios del VRML es su independencia de plataformas tecnológicas, su facilidad de exportación de resultados vía correo electrónico y su factibilidad de visitar colectivamente y aún de trabajar a distancia en **tiempo real** en modelación de objetos virtuales entre los que destacan aquellos de naturaleza arquitectónica. Todo ello a cero costes, incluyendo los **visualizadores** mediante los cuales se exploran los modelos producidos. Es importante destacar finalmente su incorporación activa dentro de herramientas de modelación como el 3D Studio.

Referencias bibliográficas

ACKERMAN, James S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, Milán: Electa, 2003.

ARNHEIM, Rudolf, *Arte y percepción visual*, Madrid: Alianza, 1989.

BALTZER, Nanni; FORSTER, Kurt W., *Trajectories > Metamorph > 9. Mostra Internazionale di Architettura di Venezia*, Venecia: Marsilio, 2004.

BAUDRILLARD, Jean, *Simulacra and Simulation*, Michigan: The University of Michigan Press, 2000.

BRAYER, Marie-Ange; SIMONOT, Béatrice, *ArchiLab's earth buildings: radical experiments in land architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2003.

CORTÉS, Juan A.; MONEO, Rafael, *Comentarios sobre dibujos de 20 arquitectos actuales*, Proyectos I, Monografía 5.1 (1.16), Barcelona: ETSAB, 1976.

CROS, Susanna; GAUSA, Manuel (Ed.), *Optimismo Operativo*, Barcelona: ACTAR, 2005.

DOLLENS, Dennis, *De lo digital a lo analógico*, Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

FEAR, Bob (Ed.); "Architecture + Animation", en *Architectural Design* vol. 71 nº 2, Londres: Ed. John Wiley & Sons, 2001.

FRIEDMAN, Yona, *L'Architecture Mobile; vers une cite concue par ses habitants*, Tournai: Casterman, 1970.

GAUSA et al, *The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture*, Barcelona: ACTAR, 2003.

GIANNETTI, Claudia, *Estética Digital. Sintonía del arte, la ciencia y la tecnología*, Barcelona: ACC L'Angelot, 2002.

GIEDION, Sigfried, *La Mecanización toma el mando*, Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

GOMBRICH, Ernest H., *La imagen y el ojo. Nuevos estudios sobre la psicología de la representación pictórica*, Madrid: Alianza, 1992.

___ *Arte e ilusión*, Barcelona: Gustavo Gili, 1979.

GUBERN, Román, *Del bisonte a la realidad virtual. La escena y el laberinto*, Barcelona: Anagrama, 1996.

___ *La mirada opulenta. Exploración de la iconosfera contemporánea*, 2ª edición revisada, Barcelona: Gustavo Gili, 1992.

IBELINGS, Hans, *Supermodernismo. Arquitectura en la era de la globalización*, Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

ITO, Toyo, "Fluid Architecture", en *Sites* nº 24, 1996.

JENCKS, Charles, *The New paradigm in architecture: the language of Post-Modernism*, New Haven: Yale University Press, 2002.

___ *El Lenguaje de la arquitectura posmoderna*, Barcelona: Gustavo Gili, 1986.

KANDINSKY, Wassily, *Punto y línea sobre el plano, contribución al análisis de los elementos pictóricos*, Barcelona: Paidós, 1998.

LÉVY, Pierre, *¿Qué es lo virtual?*, Barcelona: Paidós, 1999.

LYNN, Greg, *Animate Form*, Nueva York: Princenton Architectural Press, 1999.

LYNN, Greg, *Architectural laboratories Greg Lynn and Hani Rashid Animate Form*, Rotterdam NAI- Publishers, 2002.

MALDONADO, Tomás, *Lo real y lo virtual*, Barcelona: Gedisa, 1994.

MASSAD Fredy; GUERRERO YESTE, Alicia, *Arquitecturanimación*, Barcelona: Edicions COAC, 2001.

MIGAYROU, Frédéric; BRAYER, Marie-Ange, *Archilab's Earth Buildings*, Londres: Thames & Hudson, 2002.

MONEDERO ISORNA, Javier, *Aplicaciones Informáticas en Arquitectura*, Barcelona: Edición digital, 2000.

MONTANER, Josep M., *Después del movimiento moderno. Arquitectura de la segunda mitad del siglo XX*, Barcelona: Gustavo Gili, 1993.

___ *La modernidad superada – Arquitectura, Arte y pensamiento del siglo XX*, Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

___ *Las formas del siglo XX*, Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

___ *Arquitectura y crítica*, Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

MONTES SERRANO, Carlos, *Representación y Análisis Formal: lecciones de Análisis de Formas*, Valladolid: Universidad de Valladolid, 1992.

MULDER, Arjen; POST, Maaïke, *Book for the electronic arts*, Rotterdam: balie/V2_Organisation, 2000.

MUNTAÑOLA THORNBERG, Josep, *Arquitectura, Modernidad y Conocimiento*, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

NIEUWENHUYIS, Constant, "New Babylon: An Urbanisme of the Future", en *Architectural Design*, Londres, 1964.

NORBERG-SCHULTZ, Christian, *Existencia, Espacio y Arquitectura*, Barcelona: Blume, 1975.

___ *Intenciones en Arquitectura*, Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

NOVAK, Marcus, *Liquid Architecture in Cyberspace*, en BENEDIKT, Michael (Ed.), *Cyberspace: First Steps*, Cambridge, Massachussets: MIT Press, 1991.

PANOFSKY, Erwin, *La perspectiva como forma simbólica*, Barcelona: Tusquets, 1995.

PARENTE, André, *Imagem Máquina. A era das tecnologias do Virtual*, São Paulo: Ed. 34, 1999.

Pasajes Construcción nº 3, 2004.

PELLEGRINO, Pierre; CORAY, Daniel *et al*, *Arquitectura e informática*, Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

PIÑÓN, Helio, *Reflexión histórica de la arquitectura moderna*, Barcelona: Península, 1981.

___ *La mirada moderna*, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

___ *Paulo Mendes da Rocha*, São Paulo: Romano Guerra Editora, 2002.

PUEBLA PONS, Joan; *Neovanguardias y Representación Arquitectónica*, Tesis Doctoral, Barcelona: ETSAB, 2000.

___ *Neovanguardias y representación arquitectónica. La expresión innovadora del proyecto contemporáneo*, Barcelona: Edicions UPC, 2002.

— *La Plàstica de l'espai: maquetes realitzades per estudiants de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona*, Barcelona: Activitats Culturals, ETSAB, UPC, 2003.

Quaderns nº 218, 1997.

RUBIÓ TUDURÍ, Nicolau Maria, *ACTAR, Discriminación entre las formas de quietud y formas de movimiento en la construcción*, Murcia: Ed. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, 1984.

SAINZ, Jorge, *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*, Madrid: Nerea, 1990.

SAINZ, Jorge; VALDERRAMA, Fernando, *Infografía y Arquitectura*, Madrid: Nerea, 1992.

SANT'ELIA, Antonio; MARINETTI, Filippo Tommaso, "La Arquitectura Futurista. Manifiesto", Milán, 1914, en Hereu, P.; Montaner, J. M.; Oliveras, J., *Textos de Arquitectura de la Modernidad*, Madrid: Nerea, 1994.

SERPENTINE GALLERY, *Pavillon 2003. Oscar Niemeyer*, Londres: Serpentine Gallery, 2003.

SOLÀ MORALES, Ignasi de, "Arquitectura Líquida", en *Revista de Crítica Arquitectónica* nº 5-6, Barcelona, 2001.

SPIRO, Annette; MENDES DA ROCHA, Paulo, *Bauten und Projekte*, Zúric: Niggli, 2002.

SPUYBROEK, Lars, *NOX, Machining Architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2004.

STEELE, James, *Arquitectura y Revolución Digital*, Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

TERZIDIS, Kostas, *Expressive form, a conceptual approach to computational design*, Londres: Spon Press, 2003.

TSCHUMI, Bernard, "Themes for Manhattan Transcripts", en *AAfiles* nº 4, Londres, 1982 (trad. cast. en Hereu, P.; Montaner, J. M.; Oliveras, J., *Textos de Arquitectura de la Modernidad*, Madrid: Nerea, 1994).

TZONIS, Alexander; LE FAIVRE, Liane, *Movement, Structure and the Work of Santiago Calatrava*, Basilea: Birkhäuser, 1995.

VAN BERKEL, Ben; BOS, Caroline, *Move*, Ámsterdam: UN-Studio, 1999.

WOLFFLIN, Heinrich, *Renacimiento y Barroco*, Barcelona: Paidós.

ZABALBEASCOA, Anatxu, *Arquitectura de la Tierra* (Entrevista a Antoine Predock), Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

Páginas Web

<http://www.encyclopedia.com/html/b1/bellM1us.asp>
<http://dictionary.reference.com/search?q=pattern>
<http://www.encyclopedia.com/>
<http://www.onelook.com/>
<http://www.tiscali.co.uk/reference/encyclopedia/hutchinson/>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Special:Newpages>
<http://www.wordiq.com/>
<http://www.artlex.com/>
http://enciclopedia.us.es/index.php/Herramientas_de_Dise%F1o_Asistido
<http://www.haycock.fsbusiness.co.uk/diss5.htm>
<http://archrecord.construction.com/news/daily/archives/040902beijing.asp>
http://www.arcspace.com/architects/lab_architecture_studio/soho_shang_du.html
<http://www.arcspace.com/architects/Fuksas/>
<http://www.floornature.com/worldaround/biography.php/6/en/lettE>
<http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/art389/3/en/arch>
<http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/art62/10/en/arch>
<http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/5/en/arch26>
<http://www.arcspace.com/html/links.html>
<http://www.asymptote-architecture.com/>
<http://www.arcspace.com/architects/hadid/mak/>
http://encyclopedia.thefreedictionary.com/ /viewer.aspx?path=2/25/&name=Wfm_stat_a_center.jpg
<http://architecture.mit.edu/people/profiles/prlarsen.html>
<http://www.ats.ucla.edu/news/spotlight.htm#collvirtreal>
<http://www.ats.ucla.edu/news/spotlight.htm#CathedralSantiagoCompostela>
<http://infar.architektur.uni-weimar.de/infar/deu/lehre/archiv/vorlesungsreihe/ss03/computeranimation/>
<http://www.kmtspace.com/kmt/deconstructivistarch.htm>
<http://www.europaconcorsi.com/db/pub/scheda.php?id=2583>

<http://taz.tamu.edu/~americas/barria1.html>
www.noxarch.com
<http://www.jeannouvel.com/>
<http://www.perraultarchitecte.com/>
www.arcspace.com/architects/nox
www.italcementigroup.com/newsite/arcVision/arcVision_3/Pagine_36_41.pdf
http://architettura.supereva.it/inabit/20020619/index_en.htm
http://synworld.t0.or.at/level3/text_archive/testing_ground.htm
www.v2.nl/DEAF/96/nodes/NOX/text1.html
<http://architettura.supereva.it/architettura/20040330/>
www.cafedelasciudades.com.ar/arquitectura_21_1.htm
www.vitruvius.com.br/arquitextos/arg000/esp222.asp
<http://framework.v2.nl/archive/archive/node/actor/default.xslt/nodenr-65459>
www.dab.uts.edu.au/architecture/2004series/
www.jarra.nl/index.php?p=30
www.evdh.net/sonohouse/nox.html
<http://www.franken-architekten.de/>
<http://www.asymptote.net/#>
<http://www.mecanoo.com/>
<http://www.morphosis.net/morph.html>
<http://www.ericowenmoss.com/index.php?/content/projects/>
http://www.coop-himmelblau.at/index_frames.htm
<http://architettura.supereva.com/architettura/index.htm>
<http://architettura.supereva.com/>
<http://www.labiennale.org/en/architecture/>
[DECOI http://www.newitalianblood.com/showq.pl?id=519](http://www.newitalianblood.com/showq.pl?id=519)
<http://www.professionearchitetto.it/es/archivo/200212.html>
<http://www.snoarc.no/>
<http://www.3xnielsen.com/>
<http://www.pbcexhibition.net/>

<http://www.pugh-scarpa.com/indexmain.html>
<http://www.archilab.org/public/2004/en/ft2004.html>
http://www.future-systems.com/architecture/architecture_list.html
<http://www.architektick.ch/>
<http://www.barclaycrousse.com/>
<http://www.1100architect.com/work.php?category=1>
<http://www.zaha-hadid.com/>
<http://www.v2.nl/portal2004/home/section.shtml>
<http://www.glform.com/>
<http://www.f-o-a.net/flash/index.html>
http://www.noxarch.com/flash_content/flash_content.html
<http://www.johnpawson.com/architecture/residential/europe/housegermany>
<http://www.danda.be/gallery/92/>
<http://www.klein-dytham.com/interior/>
<http://www.mvrdv.nl/v2/>
<http://www.archws.com/news/index.html>
http://www.arquitecturaviva.com/avProyectos/avProyectos_010.asp
<http://www.elcroquis.es/>

Referencias de imágenes:

J. NOUVEL– Delegacion Barcelona Estudio 720b, Colaboración Fermin Vasquez

D. Perrault - Delegacion Barcelona AIA www.arquitectoniques.com – Albert Salazar

FOA – Delegacion Barcelona –Pablo Ros

LYNN, Greg, *Animate Form*, Nueva York: Princenton Architectural Press, 1999.

LYNN, Greg, *Architectural laboratories Greg Lynn and Hani Rashid Animate Form*, Rotterdam NAI- Publishers, 2002.

NOX - NOX, *Machining Architecture*, Londres: Thames & Hudson, 2004.

F Ghery – El Croquis 74/75, web del estudio, Catalogo Bienalle 2004.

HERZOG & De Meuron -Revista El Croquis El Croquis 109 – 110, Revista Arquitectura Viva, nº 85, pag. 80 y AV nº 85 2002.